



Facultat de Matemàtiques  
i Estadística

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# **Guia Docent 2000-01**

**de la**

# **Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques**



# ÍNDEX

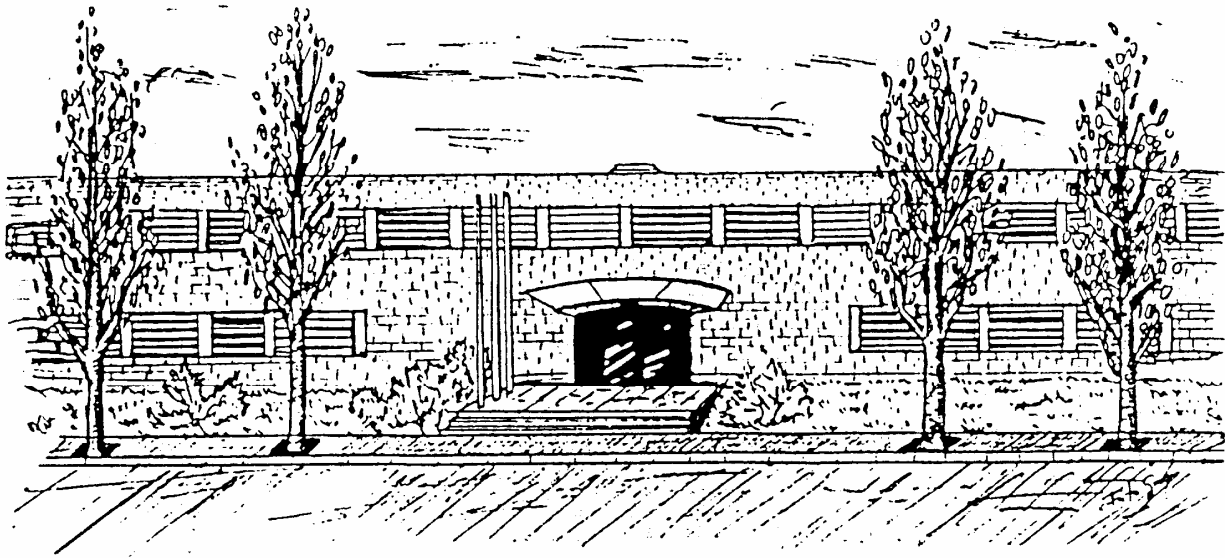
---

<b>1. La Facultat de Matemàtiques i Estadística de la Universitat Politècnica de Catalunya .....</b>	<b>5</b>
La Universitat Politècnica de Catalunya .....	7
La Facultat de Matemàtiques i Estadística .....	9
Calendari acadèmic del curs 2000-01 .....	13
<b>2. La Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques.....</b>	<b>15</b>
Presentació .....	17
Accés .....	19
Pla d'estudis .....	21
Departaments amb docència a la FME .....	27
Directori del professorat.....	29
<b>3. Horaris i dates d'exàmens .....</b>	<b>31</b>
Horaris de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques .....	33
Horaris d'assignatures específiques de Lliure Elecció de la FME.....	39
Dates d'exàmens.....	41
<b>4. Programes de les assignatures troncal o obligatòries .....</b>	<b>45</b>
1r curs - 1r quadrimestre.....	47
1r curs - 2n quadrimestre .....	59
2n curs - 1r quadrimestre.....	69
2n curs - 2n quadrimestre.....	79
<b>5. Programes de les assignatures optatives.....</b>	<b>85</b>
1r quadrimestre .....	87
2n quadrimestre .....	95
<b>6. Assignatures específiques de lliure elecció de la FME.....</b>	<b>107</b>
1r quadrimestre .....	109
2n quadrimestre .....	115
<b>7. Els programes d'intercanvi Erasmus-Sòcrates i Séneca a la FME .....</b>	<b>121</b>



# 1. LA FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA DE LA UPC

---





# LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

---

La Universitat Politècnica de Catalunya és una universitat tecnològica tradicionalment molt arrelada en els diversos àmbits de l'activitat productiva tecnològica i industrial de la nostra societat, i gaudeix d'un gran prestigi dins i fora de les nostres fronteres. La Universitat Politècnica de Catalunya ofereix diversos estudis d'Enginyeria (Camins, Canals i Ports; Industrial; Informàtica; Telecomunicació), Arquitectura i Nàutica, diverses enginyeries tècniques i diplomatures i un nombre important d'estudis de postgrau, de tercer cicle i màsters.

A més de l'activitat docent, a la Universitat Politècnica de Catalunya es realitza també una tasca molt important en el camp de la recerca i del desenvolupament tecnològic, per mitjà dels seus departaments i instituts universitaris.

El nucli principal de les instal·lacions de la Universitat Politècnica de Catalunya a Barcelona està situat a la zona universitària de l'Avinguda Diagonal, actualment dividit entre l'anomenat "campus nord" (al sector nord de la Diagonal) i el "campus sud" (al sud de la Diagonal, entre els carrers de Gregorio Marañón i de Pascual i Vila). És al campus sud on està ubicada la Facultat de Matemàtiques i Estadística, en la qual es cursen els estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques, els de la Diplomatura d'Estadística, i els de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques. Aquesta és una zona fàcilment accessible amb transport públic (metro i autobús) i en la qual els estudiants tenen a la seva disposició un gran nombre de serveis (biblioteques, laboratoris de càlcul, llibreries, cafeteries i menjadors, instal·lacions esportives, activitats culturals i de lleure, etc.).

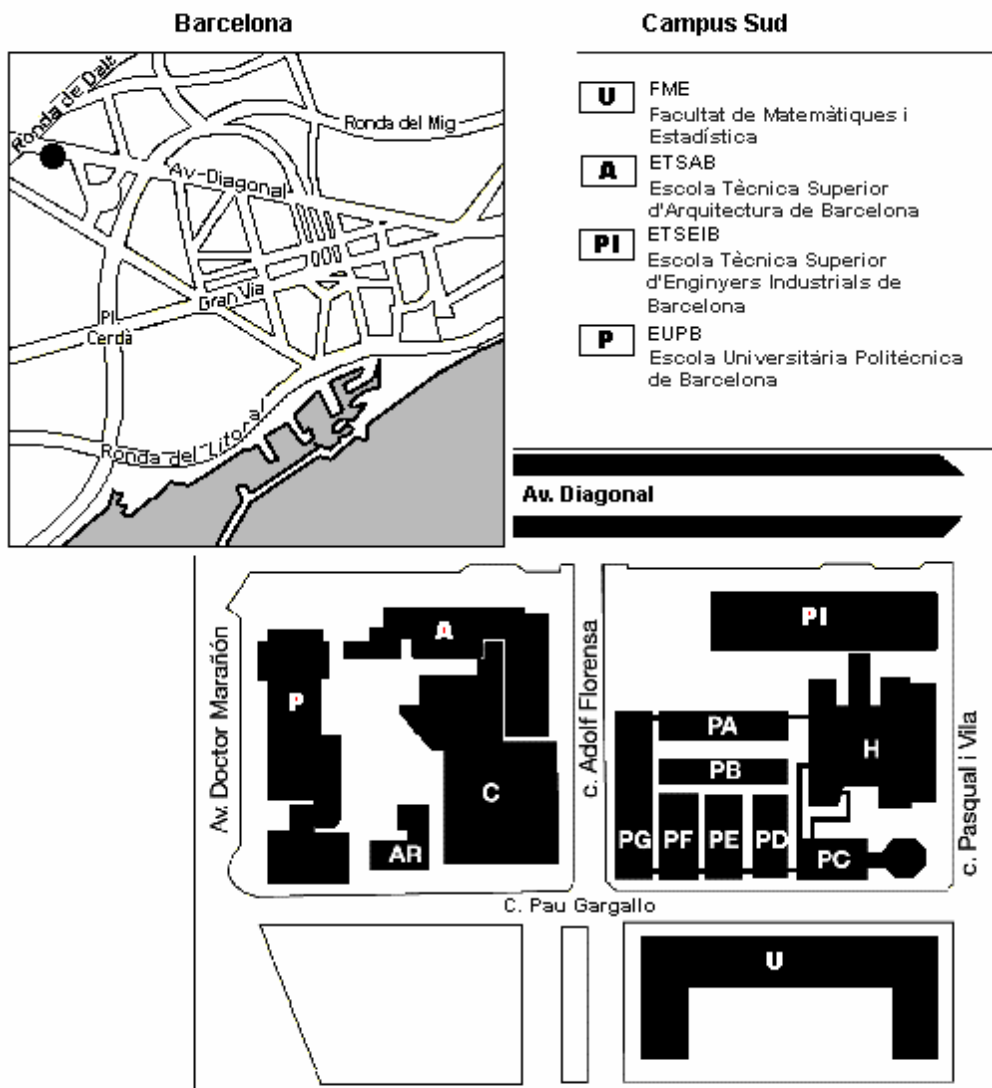




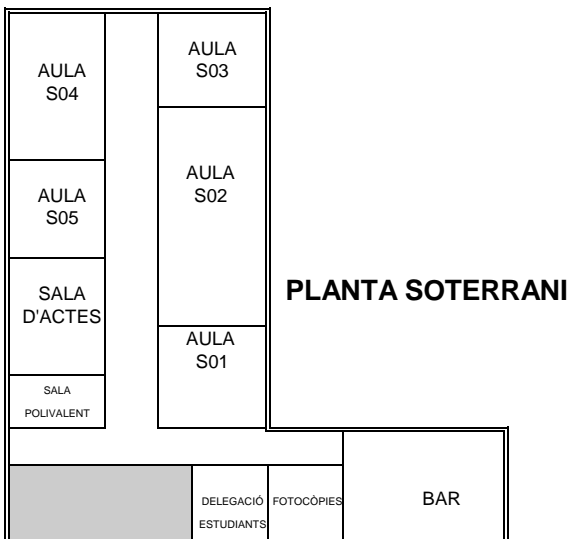
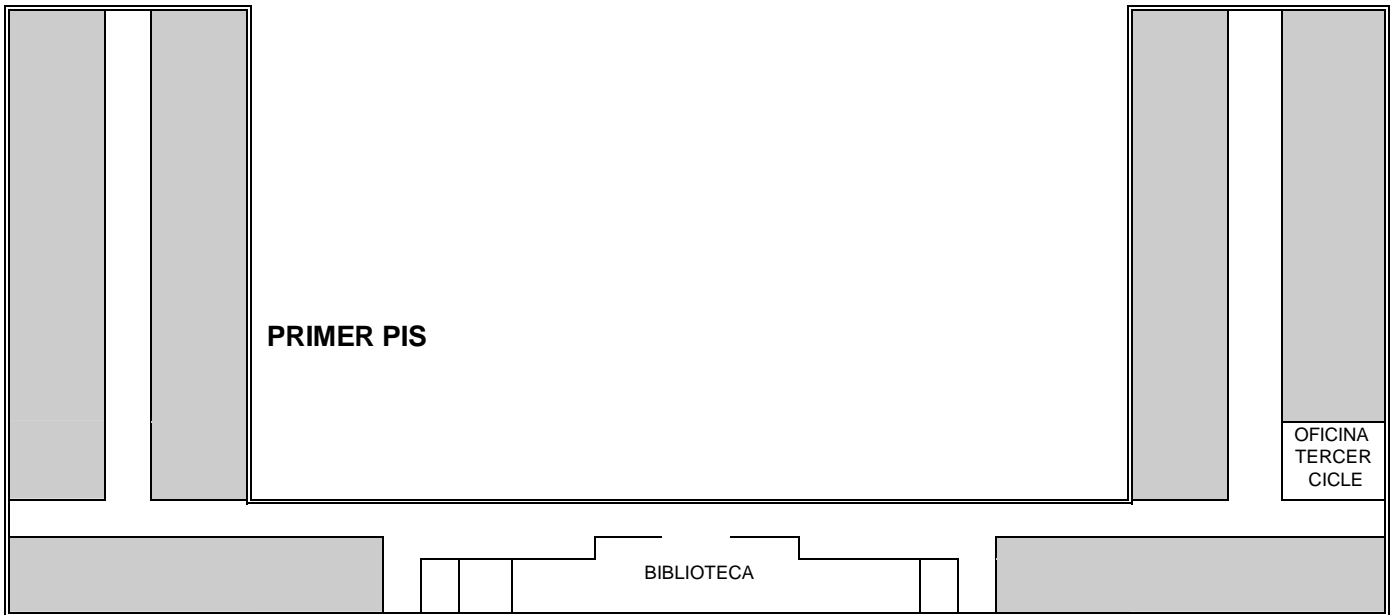
# LA FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA

La Facultat de Matemàtiques i Estadística va iniciar les seves activitats el curs 1992-93 impartint per primer cop el primer curs dels estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques, i incorporant també els estudis de la Diplomatura d'Estadística, que s'havien començat a impartir en aquesta Universitat el curs 1990-91 a la Facultat d'Informàtica de Barcelona. A més a més, des del curs 1999-00, la Facultat de Matemàtiques i Estadística imparteix la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques (estudi de 2n cicle). D'altra banda, la FME també gestiona, per delegació dels departaments implicats, el programa de doctorat de Matemàtica Aplicada de la UPC i organitza un programa de postgrau de Matemàtica Financera .

La FME està ubicada a l'edifici U de la Universitat Politècnica de Catalunya, al carrer de Pau Gargallo núm. 5 , 08028-Barcelona (tel.: 93 401 72 98, e-mail: deganat@fme.upc.es, fax: 93 401 58 81).



# Plànol de la Facultat de Matemàtiques i Estadística



L'Equip de Govern de la FME està constituït en aquest moment pels professors següents: Pere Pascual Gainza (Degà), Josep Grané Manlleu (Vicedegà Cap d'Estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques), Tomàs Aluja Banet (Vicedegà Cap d'Estudis de la Diplomatura d'Estadística i de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques), Marta València Guitart (Vicedegana d'Ordenació d'Estudis) i Eduard Recasens Gallart (Secretari Acadèmic).

La Facultat, entre altres, disposa dels serveis següents:

### **Deganat**

Està ubicat a la planta baixa de l'edifici.

Tel.: 93 401 73 01, e-mail: [deganat@fme.upc.es](mailto:deganat@fme.upc.es)

### **Secretaria, Administració i Ordenació d'Estudis**

Estan ubicats a la planta baixa de l'edifici i tenen cura de la gestió acadèmica i administrativa del centre. L'horari d'atenció al públic és: al matí, de 9 a 13h, de dilluns a divendres, i a les tardes, de 15.30 a 17h dilluns i dimecres, i de 15.30 a 18h dimarts i dijous.

Tel. secretaria: 93 401 72 98, e-mail: [secretaria@fme.upc.es](mailto:secretaria@fme.upc.es)

Tel. ordenació d'estudis: 93 401 72 89, e-mail: [ordenacio@fme.upc.es](mailto:ordenacio@fme.upc.es)

Tel. administració: 93 401 58 82, e-mail: [nea@fme.upc.es](mailto:nea@fme.upc.es)

### **Oficina de Tercer Cicle**

Està ubicada a la primera planta de l'edifici i té cura de la gestió acadèmica i administrativa dels programes de doctorat i de postgrau suportats per la Facultat.

Tel.: 93 401 58 61, e-mail: [tercercicle@fme.upc.es](mailto:tercercicle@fme.upc.es)

### **Laboratori de Càlcul**

Està a la planta baixa i té al seu càrrec tres sales d'ordinadors personals (de tipus compatible) que estan també connectats a la xarxa de la universitat. En les hores no lectives, aquestes aules són utilitzades en règim de lliure accés pels estudiants de la facultat.

Tel.: 93 401 70 46, e-mail: [lc@fme.upc.es](mailto:lc@fme.upc.es)

### **Biblioteca**

Està a la primera planta. Ofereix serveis de consulta, préstec de llibres, accés a bases de dades, serveis de recerca bibliogràfica en connexió amb la resta de biblioteques de la Universitat, etc. L'horari d'atenció al públic és de 9 a 21h de dilluns a divendres.

Tel.: 93 401 70 20, e-mail: [biblioteca.fme@upc.es](mailto:biblioteca.fme@upc.es)

### **Sala de Professors**

Està ubicada a la planta baixa. Tots els professors, a més del seu despatx personal en les dependències del seu departament, tenen una sala comuna per atendre consultes dels estudiants.

Tel.: 93 401 70 43.

### **Sala d'Estudis**

Està a la planta baixa. En aquesta sala s'ofereix també la possibilitat d'utilitzar ordinadors personals connectats a la xarxa de la facultat i a la de la universitat, en règim de lliure accés.

### **Consergeria**

L'horari d'atenció al públic és de 8 a 21h de dilluns a divendres.

Tel.: 93 401 58 80, e-mail: [consergeria@fme.upc.es](mailto:consergeria@fme.upc.es)

**Delegació d'Estudiants i Club Esportiu** Està a la planta soterrani. Els estudiants hi organitzen diverses activitats com són les reunions de delegats i de representants, els actes de la Festa de la Facultat, els assaigs i concerts de la coral, la confecció i edició de la revista, la participació en competicions esportives, etc.

Tel.: 93 401 69 32., e-mail: [dafme@kolmogorov.upc.es](mailto:dafme@kolmogorov.upc.es)

# CALENDARI ACADÈMIC DE LA FME 2000-2001

---

SETEMBRE

					1	2	3
4	5	6	7	8	9	10	
11	12	13	14	15	16	17	
18	19	20	21	22	23	24	
25	26	27	28	29	30		

OCTUBRE

							1
2	3	4	5	6	7	8	
9	10	11	12	13	14	15	
16	17	18	19	20	21	22	
23	24	25	26	27	28	29	
30	31						

NOVEMBRE

		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

DESEMBRE

				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

GENER

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

FEBRER

		1	2	3	4
5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28
29	30				

MARÇ

		1	2	3	4
5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28
29	30	31			

ABRIL

						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

MAIG

	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

JUNY

		1	2	3		
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

JULIOL

						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

# Calendari acadèmic de la FME per al curs 2000-01

## 1. Períodes no lectius i dies festius entre l'1 de setembre de 2000 i el 31 de juliol de 2001

11 de setembre de 2000

25 de setembre de 2000

12 d'octubre de 2000

1 de novembre de 2000

6 al 8 de desembre de 2000

del 25 de desembre de 2000 al 5 de gener de 2001 (ambdós inclosos)

del 9 d'abril al 16 d'abril de 2001 (ambdós inclosos)

1 de maig de 2001

4 de juny de 2001

## 2. Calendari lectiu general (excepte per a les assignatures específiques de lliure elecció)

- Primer quadrimestre: del 12 de setembre al 22 de desembre de 2000
- Període d'exàmens i avaluacions del primer quadrimestre: del 8 de gener al 2 de febrer de 2001
- Segon quadrimestre: del 5 de febrer al 18 de maig de 2001
- Període d'exàmens i avaluacions del segon quadrimestre: del 21 de maig al 15 de juny de 2001
- Període d'exàmens extraordinaris: del 2 al 10 de juliol de 2001

## 3. Calendari d'impartició i avaluació de les assignatures específiques de lliure elecció

- Primer quadrimestre: del 18 de setembre al 24 de novembre de 2000
- Segon quadrimestre: del 26 de febrer a l'11 de maig de 2001



## 2. LA LLICENCIATURA EN CIÈNCIES I TÈCNIQUES ESTADÍSTIQUES

---







# PRESENTACIÓ

---

És evident que un dels reptes de la societat de la informació és el tractament eficient de les dades: en tots els sectors econòmics, l'anàlisi de la informació té un paper cada vegada més important en la competitivitat de les empreses. Això comporta una progressiva incorporació de professionals estadístics, com a personal especialitzat, en les empreses i institucions.

La Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques cobreix un buit en la demanda potencial del mercat de treball, en un entorn amb perspectives de desenvolupament en sectors de serveis i d'indústries d'alta tecnologia, formant professionals amb la capacitat de cobrir les necessitats d'aquest sector del mercat, alhora que complementa els estudis de la Diplomatura d'Estadística ja existents.

Tal com s'esdevé en altres professions, l'aplicació estadística en el món empresarial requereix dos nivells professionals: un d'intermedi, centrat en la pràctica de les eines estadístiques, i un altre de superior, centrat en el disseny de les aplicacions estadístiques i la innovació metodològica. És aquest segon nivell el que correspon a la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques.

Titulacions similars, diferenciades de les Matemàtiques o l'Enginyeria, existeixen en tots els països avançats del nostre entorn, i en general en tots els països econòmicament i tecnològicament avançats. Hi ha acord entre els experts internacionals a assenyalar l'ús de l'estadística com un indicador clau del grau de desenvolupament d'un país.

La Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques és un títol universitari oficial de segon cicle establert pel RD 2084/1994, de 20 d'octubre (BOE del 6 de desembre de 1994).

Els objectius d'aquests estudis són:

- a) Proporcionar una sòlida base de fonamentació dels mètodes propis de l'Estadística i la Investigació Operativa.
- b) Preparar els professionals requerits pel mercat de treball, amb capacitat per al desenvolupament d'aplicacions d'alt nivell.
- c) Formar investigadors en aquesta àrea de la ciència i la tecnologia.



# ACCÉS

---

L'accés als ensenyaments que condueixen a l'obtenció del títol oficial de Llicenciat/ada en Ciències i Tècniques Estadístiques (LCTE) impartits a la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la Universitat Politècnica de Catalunya està regulat per l'ordre 21.482 del dia 21 de setembre de 1995, publicada en el BOE número 232 del dia 28 de setembre de 1995, i per aquesta normativa.

El nombre de places ve fixat anualment per la Programació Universitària de Catalunya.

La Comissió Permanent de la FME nomenarà una Comissió d'Admissió a la LCTE, la qual serà competent en la implementació d'aquesta normativa i la resolució de tots aquells afers relatius a l'admissió d'estudiants.

L'accés es pot efectuar segons les dues modalitats següents:

**Tenen accés directe les persones que estiguin en possessió d'algun dels títols següents:**

- Diplomatura d'Estadística.
- Primer cicle de la Llicenciatura en Matemàtiques.
- Primer cicle de les enginyeries: Industrial, Informàtica.
- Enginyer Tècnic de les següents especialitats: Electricitat, Electrònica Industrial, Mecànica, Química Industrial, Tèxtil, Informàtica de Gestió i Informàtica de Sistemes.

**Tenen accés a la LCTE, amb complements de formació, les persones que estiguin en possessió d'algun dels títols següents:**

- Primer cicle de les llicenciatures de: Física, Química, Biologia, Geologia, Administració i Direcció d'Empreses, Economia, Psicologia, Sociologia.
- Primer cicle de les enginyeries de: Telecomunicacions, Química, Naval i Oceànica, Aeronàutica, Agrònoma, Monts, Camins, Canals i Ports, Mines.
- Diplomatura en: Ciències Empresarials i Gestió, Administració Pública; Enginyeria Tècnica de Telecomunicacions (especialitat de Sistemes de Telecomunicació o especialitat de Telemàtica).

Els complements de formació seran fixats per la Comissió d'Admissió segons el currículum vitae de l'estudiant, i tindran entre un mínim de 9 crèdits i un màxim de 24 crèdits. En tot cas, l'alumne que accedeix als estudis de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques ha d'haver superat, o bé en els estudis de procedència o bé en els complements de formació, 12 crèdits en Matemàtiques, 6 en Informàtica i 6 en Estadística. Els crèdits corresponents als complements de formació es cursaran entre les assignatures que conformen la Diplomatura d'Estadística de la UPC. Els complements de formació per a accedir a un segon cicle que hagin estat superats per l'estudiant en qualsevol Universitat, seran reconeguts acadèmicament per la Universitat de destí, fins i tot en el cas que aquesta hagués fet una determinació diferent dels mateixos.

## **Procés de preinscripció**

En el decurs del mes de juny de cada curs s'obrirà un procés de preinscripció on s'haurà d'aportar la documentació següent:

1. Imprès de sol·licitud d'admissió.
2. Certificació de l'Expedient Acadèmic de l'aspirant lliurat pel Centre on va obtenir la titulació requerida per accedir a la LCTE. En aquesta certificació hauran de constar-hi les matèries cursades amb la seva durada o nombre de crèdits, la qualificació obtinguda i la menció d'estar en possessió de la titulació requerida per accedir a la LCTE.
3. Pla d'estudis de la titulació que s'acredita per accedir a la LCTE segellat pel Centre responsable.
4. Currículum vitae.

La documentació es presentarà a la Secretaria de la FME dins d'un termini que es farà públic amb la suficient antelació.

## **Prova d'accés**

La Comissió d'Admissió podrà decidir efectuar una Prova d'Accés per a tots els candidats preinscrits a la LCTE. Aquesta prova servirà per avaluar els coneixements bàsics de matemàtiques i estadística dels candidats i s'efectuarà durant el mes de juliol.

## **Admissió**

Les sol·licituds seran resoltes per la Comissió d'Admissió, la qual procedirà a ordenar els candidats a partir de l'anàlisi del seu expedient acadèmic, de la prova d'accés i de la informació complementària expressada en el currículum vitae.

L'objectiu de la selecció és assegurar que els candidats admesos puguin acabar els seus estudis en el temps i cost previst.

La resolució d'aquestes sol·licituds es farà pública en el taulell d'anuncis de la FME abans del 31 de juliol.

## **Matrícula**

Els estudiants admesos hauran de formalitzar la seva matrícula en el període establert a tal efecte per la FME. Pels estudiants admesos amb complements de formació, la Comissió d'Admissió fixarà llurs condicions de matriculació. En qualsevol cas, l'estudiant haurà de matricular els complements de formació en el primer període d'impartició de les assignatures fixades com a tal. Aquestes assignatures podran ser considerades de lliure elecció en el currículum de l'estudiant.

# PLA D'ESTUDIS

---

## Característiques generals

Aquests estudis corresponen al títol universitari oficial de segon cicle de Llicenciat/ada en Ciències i Tècniques Estadístiques establert pel RD 2084/1994, de 20 d'octubre (BOE del 6 de desembre de 1994).

El Pla d'estudis s'estructura en dos cursos de dos quadrimestres cadascún. La càrrega total d'aquesta llicenciatura de 2n cicle és de 138 crèdits equivalents a unes 1.380 hores de docència. Els crèdits són del següent tipus: 96 obligatoris o troncal, 12 optatius, 15 de lliure elecció i 15 del Projecte Fi de Carrera obligatori.

Per tal d'obtenir el títol, la FME posarà les condicions per garantir la superació d'un mínim de 300 crèdits entre els crèdits de la titulació de procedència i els d'aquesta llicenciatura de segon cicle.

Els crèdits teòrics s'associen a aquelles activitats docents en les que la major part del treball recau sobre el professor. Els crèdits pràctics corresponen a activitats dutes a terme principalment per l'estudiant, com ara les que es realitzen a les classes de resolució de problemes o a les classes de pràctiques al laboratori de càlcul, la participació en seminaris o la realització de treballs.

La càrrega lectiva considerada permet no superar en cap moment les 23 hores d'activitat docent per setmana, i fa possible que en el segon quadrimestre del segon any aquesta càrrega pugui encara reduir-se per a facilitar el treball en el Projecte Fi de Carrera.

Per a un estudiant normal, les hores de treball individual al marge de l'horari acadèmic no haurien de superar les 20 hores per setmana.

# Pla d'Estudis de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques

## 1r any - 1r quadrimestre

Probabilitat i Processos Estocàstics (7,5 cred.)	Mètodes Estadístics 1 (6 cred.)	Mètodes Estadístics 2 (6 cred.)	Economia (6 cred.)	Complements de Programació (6 cred.)
---	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------	---

## 1r any - 2n quadrimestre

Inferència i Decisió (7,5 cred.)	Mètodes Matemàtics 1 (6 cred.)	Optativa o ALE (*)	Optimització Contínua (6 cred.)	Bases de Dades (6 cred.)
-------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------	------------------------------------	-----------------------------

## 2n any - 1r quadrimestre

Models Lineals Generalitzats (7,5 cred.)	Mètodes Matemàtics 2 (6 cred.)	Optativa o ALE (*)	Models Estocàstics de la Investigació Operativa 1 (6 cred.)	Programació Matemàtica (7,5 cred.)
---	-----------------------------------	-----------------------	--	---------------------------------------

## 2n any - 2n quadrimestre

Optativa o ALE (*)	Mètodes Estadístics 3 (6 cred.)	Optativa o ALE (*)	Models Estocàstics de la Investigació Operativa 2 (6 cred.)	Projecte de Fi de Carrera (15 cred.)
-----------------------	------------------------------------	-----------------------	--	---

(\*) S'hauran de superar 12 crèdits optatius i 15 crèdits de lliure elecció. La FME reconeix l'excés de crèdits optatius superats com a crèdits de lliure elecció superats.

# Assignatures optatives

La Facultat, en la mida de les seves possibilitats i d'acord amb les normatives de la Universitat, fa una oferta anual d'assignatures optatives. Aquestes assignatures es proposen segons els perfils d'especialització propis de la Facultat de Matemàtiques i Estadística: Bioestadística, Administració Pública, Aplicacions Empresariales i Investigació Operativa.

Sens perjudici d'una adaptació anual de la llista d'assignatures optatives, aquesta inicialment està formada per:

- Modelització Estadística Avançada.
- Estadística no Paramètrica.
- Anàlisi de la Supervivència.
- Metodologia d'Enquestes.
- Estadística Oficial.
- Tècniques de Minería de Dades.
- Teoria Matemàtica dels Mercats Financers.
- Optimització Continua 2.

## Projecte Fi de Carrera

Té caràcter obligatori i consisteix en un treball dirigit realitzat preferentment durant el 2n quadrimestre del segon curs i valorat en un total de 15 crèdits.

# Crèdits de lliure elecció

Els crèdits de lliure elecció es poden obtenir per quatre procediments:

- Cursant assignatures triades lliurement entre les que ofereix la UPC anomenades "assignatures específiques de lliure elecció", o bé ofertes per alguna altra universitat amb la qual s'estableixi un conveni.

Per al curs 2000-01, la FME organitza les assignatures següents:

ASSIGNATURA	DEPARTAMENT O INSTITUCIÓ ORGANITZADORA	CRÈDITS
Història de la Ciència	Departament de Matemàtica Aplicada 1	7,5
Fer i Comprendre les Estructures: Tecnologia i Matemàtica	Facultat de Matemàtiques i Estadística	2
Realitat Virtual i Geometria	Departament de Matemàtica Aplicada 2	4+3,5
Taller de Geometria	Departament d'Estructures a l'Arquitectura	7,5

Totes aquestes assignatures tenen un horari establert per la Facultat i amb un calendari docent fixat per la Universitat Politècnica de Catalunya per a totes les assignatures específiques de lliure elecció.

- Cursant assignatures ofertes pels diferents centres de la UPC d'entre les assignatures dels seus plans d'estudis o bé ofertes per alguna altra universitat amb la qual s'estableixi un conveni.

Per facilitar aquest procediment la FME reconeix com a crèdits de lliure elecció els crèdits optatius obtinguts en excés i facilitarà suggeriments d'assignatures d'altres centres fora dels currículums que siguin apropiades pels seus estudiants. No obstant, si un estudiant vol cursar com a lliure elecció alguna assignatura que no ha estat suggerida per la FME o bé que en la que no es preveu places per lliure elecció ho haurà de sol·licitar al Degà mitjançant una instància. Si la resolució és favorable, la formalització de la matrícula quedarà únicament condicionada a la disponibilitat de places.

- Mitjançant l'elaboració d'un treball dirigit acadèmicament, o valorant a raó d'1 crèdit per cada 30 hores de treball, la realització de pràctiques tutelades en institucions públiques o privades, empreses, etc.
- Mitjançant el reconeixement, per part del Centre, de crèdits per altres estudis reglats o activitats d'interès acadèmic no reglades que tingui nivell universitari.



# Avaluació i reconeixement de crèdits

D'acord amb la normativa general de la UPC, distingirem entre les avaluacions de les assignatures i les avaluacions de currículum.

Les avaluacions de les assignatures tenen per objecte fer el seguiment de fins a quin punt s'assoleixen els objectius pre establerts. Aquestes avaluacions seran realitzades pels professors encarregats de la docència de les assignatures i a partir d'aquestes avaluacions es produiran els Informes d'Avaluació de cada assignatura referits a cadascun dels estudiants. En canvi, les avaluacions del currículum tenen per objecte l'acreditació de l'obtenció dels crèdits i una qualificació definitiva estandaritzada de cada assignatura.

A la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques hi ha dues avaluacions curriculars de caràcter global i tantes avaluacions curriculars particularitzades per assignatures com assignatures optatives i assignatures de lliure elecció hagi triat l'estudiant. Les avaluacions del currículum globals són realitzades per Comissions d'Avaluació i les particularitzades les realitza el mateix professor de l'assignatura. En les avaluacions del currículum globals es té en compte el conjunt dels Informes d'Avaluació més que no pas cadascun d'aquests informes considerats individualment.

La primera avaluació curricular global comprendrà les assignatures següents: Bases de Dades, Complementos de Programació, Economia, Inferència i Decisió, Mètodes Estadístics 1, Mètodes Estadístics 2, Mètodes Matemàtics 1, Optimització Contínua i Probabilitats i Processos Estocàstics.

La segona avaluació curricular global comprendrà les assignatures següents: Mètodes Estadístics 3, Mètodes Matemàtics 2, Models Estocàstics de la Investigació Operativa 1, Models Estocàstics de la Investigació Operativa 2, Models Lineals Generalitzats i Programació Matemàtica.



# DEPARTAMENTS AMB DOCÈNCIA A LA FME

---

En la configuració actual de la Universitat, els Centres Docents, com ara la FME, són unitats independents dels Departaments Universitaris. I els Centres Docents encarreguen la docència de les assignatures als Departaments més adequats en cada cas, els quals la duen a terme utilitzant el seu professorat. Els Departaments que tenen assignada docència a la FME per al curs 2000-01 són els següents:

## **Departament d'Estadística i Investigació Operativa (secció d'Informàtica, codi dpt.: 715)**

Edifici U  
C/ Pau Gargallo, 5  
08028 Barcelona  
Tel. 93 401 69 48

## **Departament d'Estadística i Investigació Operativa (secció de Tècniques Quantitatives de Gestió, codi dpt.: 715)**

Edifici H  
Av. Diagonal, 647  
08028 Barcelona  
Tel. 93 401 65 69

## **Departament d'Estructures a l'Arquitectura (secció de Matemàtica i Informàtica, codi dpt.: 716)**

E.T.S. d'Arquitectura de Barcelona  
Av. Diagonal, 649  
08028 Barcelona  
Tel. 93 401 63 72

## **Departament de Física i Enginyeria Nuclear (codi dpt.: 721)**

Edifici B4-B5, Campus Nord  
C/ Gran Capità, s/n  
08034 Barcelona  
Tel. 93 401 69 73

## **Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics (codi dpt.: 723)**

Edifici C5-C6, Campus Nord  
C/ Gran Capità, s/n  
08034 Barcelona  
Tel. 93 401 69 94

## **Departament de Matemàtica Aplicada 1 (secció ETSEIB, codi dpt.: 725)**

E.T.S. d'Enginyers Industrials  
Av. Diagonal, 647  
08028 Barcelona  
Tel. 93 401 65 49

## **Departament de Matemàtica Aplicada 2 (secció d'Informàtica, codi dpt.: 726)**

Edifici U  
C/ Pau Gargallo, 5  
08028 Barcelona  
Tel. 93 401 69 26

**Departament de Matemàtica Aplicada 2 (secció d'Enginyeria, codi dpt.: 726)**

E.T.S. d'Enginyers Industrials  
C/ Colom, 11  
08222 Terrassa  
Tel. 93 739 81 00

**Departament de Matemàtica Aplicada 3 (secció del Barcelonès, codi dpt.: 727)**

Edifici C2, Campus Nord  
C/ Gran Capità, s/n  
08034 Barcelona  
tel. 93 401 69 09

**Departament de Matemàtica Aplicada 3 (secció del Bages, codi dpt.: 727)**

EUP de Manresa  
Av. Bases de Manresa, 61-73  
08240 Manresa  
Tel. 93 887 72 00

**Departament de Matemàtica Aplicada 3 (secció de Terrassa, codi dpt.: 727)**

EUETIT  
C. Colom, 1  
08222 Terrassa  
Tel. 93 739 82 54

**Departament de Matemàtica Aplicada i Telemàtica (secció del Barcelonès, codi dpt.: 728)**

Edifici C3, Campus Nord  
C/ Gran Capità, s/n  
08034 Barcelona  
Tel. 93 401 59 83

**Departament d'Organització d'Empreses (secció ETSEIB, codi dpt.: 732)**

Edifici H  
Av. Diagonal, 647  
08028 Barcelona  
Tel. 93 401 65 83

# DIRECTORI DEL PROFESSORAT

---

El professorat assignat per a la docència a la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques és el següent:

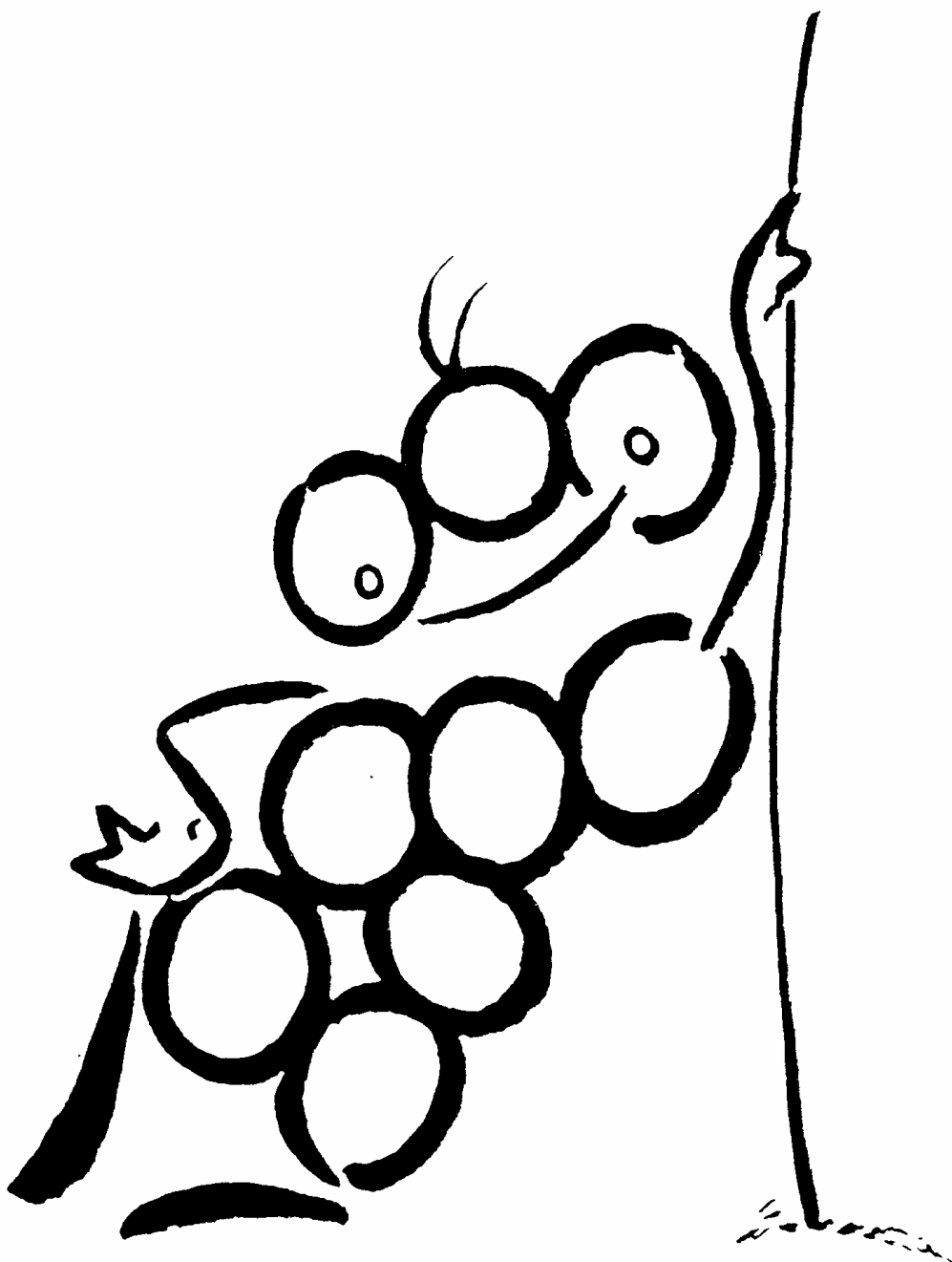
Nom			Codi_dpt	E_mail
Albert	ABELLÓ	GAMAZO	723	<a href="mailto:aabello@lsi.upc.es">aabello@lsi.upc.es</a>
Tomàs	ALUJA	BANET	715	<a href="mailto:aluja@eio.upc.es">aluja@eio.upc.es</a>
Jaume	BARCELÓ	BUGEDA	715	<a href="mailto:jaume.barceló@upc.es">jaume.barceló@upc.es</a>
Carles	BONET	REVÉS	725	<a href="mailto:bonet@ma1.upc.es">bonet@ma1.upc.es</a>
Marius	CASTREJON	COMAS	732	<a href="mailto:castrejo@kolmogorov.upc">castrejo@kolmogorov.upc</a>
Jordi	CASTRO	PÉREZ	715	<a href="mailto:jcastro@upc.es">jcastro@upc.es</a>
Erik	COBO	VALERI	715	<a href="mailto:erik.cobo@upc.es">erik.cobo@upc.es</a>
Pedro	DELICADO	USEROS	715	<a href="mailto:pedro.delicado@upc.es">pedro.delicado@upc.es</a>
Jaime Lucas	FERRER	CERDÀ	715	<a href="mailto:jl.ferrer@upc.es">jl.ferrer@upc.es</a>
Ricard	GAVALDÀ	MESTRE	723	<a href="mailto:gavalda@lsi.upc.es">gavalda@lsi.upc.es</a>
Josep	GINEBRA	MOLINS	715	<a href="mailto:ginebra@eio.upc.es">ginebra@eio.upc.es</a>
Guadalupe	GÓMEZ	MELIS	715	<a href="mailto:ggg@eio.upc.es">ggg@eio.upc.es</a>
José Antonio	GONZÁLEZ	ALASTRUE	715	<a href="mailto:jagonzalez@eio.upc.es">jagonzalez@eio.upc.es</a>
Miquel	GRAU	SÁNCHEZ	726	<a href="mailto:grau@ma2.upc.es">grau@ma2.upc.es</a>
Francisco Javier	HEREDIA	CERVERA	715	<a href="mailto:heredia@eio.upc.es">heredia@eio.upc.es</a>
Daniel	JORDÀ	MARTÍNEZ	715	<a href="mailto:djorda@idescat.es">djorda@idescat.es</a>
Manuel	MARTÍ	RECOBER	715	<a href="mailto:recober@eio.upc.es">recober@eio.upc.es</a>
Josep	MASDEMONT	SOLER	725	<a href="mailto:josep@barquins.upc.es">josep@barquins.upc.es</a>
Lidia	MONTERO	MERCADÉ	715	<a href="mailto:lmontero@eio.upc.es">lmontero@eio.upc.es</a>
M. Pilar	MUÑOZ	GRACIA	715	<a href="mailto:pmg@eio.upc.es">pmg@eio.upc.es</a>
Narcís	NABONA	FRANCISCO	715	<a href="mailto:nabona@eio.upc.es">nabona@eio.upc.es</a>
Miquel	NOGUERA	BATLLE	726	<a href="mailto:noquera@ma2.upc.es">noquera@ma2.upc.es</a>
Gerard	OLIVAR	TOST	728	<a href="mailto:gerard@mat.upc.es">gerard@mat.upc.es</a>
Francesc	PLANAS	VILANOVA	725	<a href="mailto:planas@ma1.upc.es">planas@ma1.upc.es</a>
Alexandre	RIBA	CIVIL	715	<a href="mailto:alex.riba@upc.es">alex.riba@upc.es</a>
Salvador	ROURA	FERRET	723	<a href="mailto:roura@lsi.upc.es">roura@lsi.upc.es</a>
Fèlix	SALTOR	SOLER	723	<a href="mailto:saltor@lsi.upc.es">saltor@lsi.upc.es</a>
Francesc	SOLE	PARELLADA	732	<a href="mailto:sole@rektorat.upc.es">sole@rektorat.upc.es</a>
Oriol	SERRA	ALBÓ	728	<a href="mailto:oriol@mat.upc.es">oriol@mat.upc.es</a>
Marta	VALÈNCIA	GUITART	725	<a href="mailto:valencia@ma1.upc.es">valencia@ma1.upc.es</a>

Tots els professors, a més del seu despatx personal en les dependències del seu departament, tindran un lloc a l'edifici de la FME per atendre consultes dels estudiants dins d'un horari establert.



### 3. HORARIS I DATES D'EXÀMENS

---







# LLICENCIATURA EN CIÈNCIES I TÈCNIQUES ESTADÍSTIQUES HORARIS DE CLASSE 2000-01

---

## 1r Curs – 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
15.00 –16.00					PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS
16.00 –17.00	PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS	MÈTODES ESTADÍSTICS 1	PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS	MÈTODES ESTADÍSTICS 1	MÈTODES ESTADÍSTICS 2
17.00 –18.00					
18.00 –19.00	ECONOMIA	COMPLEMENTS DE PROGRAMACIÓ	MÈTODES ESTADÍSTICS 2	COMPLEMENTS DE PROGRAMACIÓ	ECONOMIA
19.00 –20.00					

## 2n Curs – Obligatòries 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
15.00 –16.00	MODEL S LINEALS GENERALITZATS (1)		MODEL S LINEALS GENERALITZATS (1)		MODEL S LINEALS GENERALITZATS (1)
16.00 –17.00					
17.00 –18.00	PROGRAMACIÖ MATEMÀTICA (1)	MÈTODES MATEMÀTICS 2	PROGRAMACIÖ MATEMÀTICA (1)	MÈTODES MATEMÀTICS 2	PROGRAMACIÖ MATEMÀTICA (1)
18.00 –19.00					
19.00 –20.00		MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÖ OPERATIVA 1		MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÖ OPERATIVA 1	

(1) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques

## Optatives – 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
14.00 –15.00		OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2 (1)		OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2 (1)	
15.00-16.00					
16.00 –17.00					
17.00 –18.00					
18.00 –19.00	ANÀLISI DE LA SUPERVIVÈNCIA		ANÀLISI DE LA SUPERVIVÈNCIA		
19.00 –20.00	ESTADÍSTICA OFICIAL		ESTADÍSTICA OFICIAL		

(1) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques

# 1r Curs – Obligatòries 2n Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
15.00 –16.00	OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA (1)		Optimització Contínua (a) (1)	OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA (1)	
16.00 –17.00	MÈTODES MATEMÀTICS 1	BASES DE DADES		MÈTODES MATEMÀTICS 1	BASES DE DADES
17.00 –18.00			INFERÈNCIA I DECISIÓ		
18.00 –19.00	INFERÈNCIA I DECISIÓ		Optimització Contínua (b) (1)	INFERÈNCIA I DECISIÓ	
19.00 –20.00					

(1) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques

## 2n Curs – Obligatòries 2n Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
15.00 –16.00					
16.00 –17.00	MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2 (1)	MÈTODES ESTADÍSTICS 3 (1)		MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2 (1)	MÈTODES ESTADÍSTICS 3 (1)
17.00 –18.00					
18.00 –19.00					
19.00 –20.00					

(1) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques

## Optatives – 2n Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
12.00-13.00		TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS (1)		TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS (1)	
13.00-14.00					
14.00-15.00					
15.00 –16.00					
16.00 –17.00					
17.00 –18.00					
18.00 –19.00	APLICACIONS DE L'ESTADÍSTICA A LES CIÈNCIES DE LA SALUT	MODELITZACIÓ ESTADÍSTICA AVANÇADA		APLICACIONS DE L'ESTADÍSTICA A LES CIÈNCIES DE LA SALUT	MODELITZACIÓ ESTADÍSTICA AVANÇADA
19.00-20.00		ESTADÍSTICA NO PARAMÈTRICA			ESTADÍSTICA NO PARAMÈTRICA

(1) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques

# Assignatures Específiques de Lliure Elecció de la FME

## 1r quadrimestre

Horari	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
9.00 -10.00		Taller de Geometria (b)		Taller de Geometria (a)	
10.00 -11.00		Taller de Geometria (a)	HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA	Taller de Geometria (b)	
11.00 -12.00			TALLER DE GEOMETRIA		
12.00 -13.00	TALLER DE GEOMETRIA		<b>FRANJA CULTURAL</b>		HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA
13.00 -14.00	HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA				

## 2n quadrimestre

Horari	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
18.00-19.00	FER I COMPENDRE LES ESTRUCTURES; TECNOLOGIA I MATEMÀTICA				
19.00-20.00					

Obs: La docència de la 1a part de l'assignatura Realitat Virtual i Geometria es farà a la Facultat d'Informàtica de Barcelona i la de la 2a part a la Facultat de Matemàtiques i Estadística. L'horari de les dues parts es farà públic abans de la matrícula de 2n quadrimestre.



# LLICENCIATURA EN CIÈNCIES I TÈCNIQUES ESTADÍSTIQUES DATES DELS EXÀMENS 2000-01

---

## Convocatòria ordinària del 1r quadrimestre

### OBLIGATÒRIES

	08-01-01	09-01-01	10-01-01	11-01-01	12-01-01
T A R D A	ECONOMIA	MODELS LINEALS GENERALITZATS		COMPLEMENTS DE PROGRAMACIÓ	PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA

	15-01-01	16-01-01	17-01-01	18-01-01	19-01-01
T A R D A	MÈTODES ESTADÍSTICS 2	MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1		PROBABILITATS I PROCESSOS ESTOCÀSTICS	MÈTODES MATEMÀTICS 2

	22-01-01	23-01-01	24-01-01	25-01-01	26-01-01
T A R D A	MÈTODES ESTADÍSTICS 1				

### OPTATIVES

	22-01-01	23-01-01	24-01-01	25-01-01	26-01-01
T A R D A			ESTADÍSTICA OFICIAL		OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2

	29-01-01	30-01-01	31-01-01	01-02-01	02-02-01
T A R D A	ANÀLISI DE LA SUPERVIVÈNCIA				

# ASSIGNATURES ESPECÍFIQUES DE LLIURE ELECCIÓ DE LA FME

	27-11-00	28-11-00	29-11-00	30-11-00	01-12-00
T A R D A			TALLER DE GEOMETRIA	HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA	

## Convocatòria ordinària del 2n quadrimestre

### OBLIGATÒRIES

	21-05-01	22-05-01	23-05-01	24-05-01	25-05-01
M A T Í					INFERÈNCIA I DECISIÓ

	28-05-01	29-05-01	30-05-01	31-05-01	01-06-01
M A T Í	MÈTODES ESTADÍSTICS 3	OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA		MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2	BASES DE DADES

	04-06-01	05-06-01	06-06-01	07-06-01	08-06-01
M A T Í		MÈTODES MATEMÀTICS 1			

### OPTATIVES

	04-06-01	05-06-01	06-06-01	07-06-01	08-06-01
T A R D A		TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS		APLICACIONS DE L'ESTADÍSTICA A LES CIÈNCIES DE LA SALUT	

	11-06-01	12-06-01	13-06-01	14-06-01	15-06-01
T A R D A	ESTADÍSTICA NO PARAMÈTRICA		MODELITZACIÓ ESTADÍSTICA AVANÇADA		TÈCNiques DE MINERIA DE DADES

# ASSIGNATURES ESPECÍFIQUES DE LLIURE ELECCIÓ DE LA FME

	14-05-01	15-05-01	16-05-01	17-05-01	18-05-01
T A R D A			FER I COMPRENDRE LES ESTRUCTURES: TECNOLOGIA I MATEMÀTICA	REALITAT VIRTUAL I GEOMETRIA	

## Convocatòria extraordinària d'exàmens

La convocatòria extraordinària d'exàmens d'assignatures troncal o obligatòries de 1r i 2n quadrimestre es farà pública després de la matrícula de les assignatures de 2n quadrimestre per optimitzar el calendari d'aquests exàmens, que en qualsevol cas en fixarà entre el 2 i el 10 de juliol de 2001.

Les assignatures optatives i les assignatures de lliure elecció només tenen la convocatòria ordinària d'examen.

## Convocatòria d'exàmens parcials

Està prevista una interrupció de les classes (com a màxim d'una setmana) a mitjans de cada quadrimestre amb la finalitat de realitzar exàmens parcials de les assignatures troncal o obligatòries que ho tinguin previst.



## 4. PROGRAMES DE LES ASSIGNATURES TRONCALS O OBLIGATÒRIES

---





# 1r CURS - 1r QUADRIMESTRE

---

# COMPLEMENTS DE PROGRAMACIÓ

---

**CODI:** 26304

**Càrrega docent:** 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Salvador Roura Ferret

## Objectius del curs

L'objectiu fonamental del curs és repassar, aprofundir i ampliar els coneixements algorísmics dels estudiants, adquirits en les assignatures prèvies de Fonaments d'Informàtica, Programació i Complementes de Programació i Bases de Dades. Es fa un èmfasi especial en algunes tècniques fonamentals en el disseny d'algorismes i estructures de dades, com ara l'estratègia dividir-i-vèncer, els mètodes voraços, la programació dinàmica, i les heurístiques fer-i-desfer i ramificació-i-poda. També s'estudien els principals mètodes d'ordenació i de construcció del tipus abstracte de dades diccionari (arbres de cerca i digitals), així com algorismes de selecció, i els tipus abstractes de dades cua de prioritats i graf. Per altra banda, es presenta una metodologia rigorosa per al càlcul de la complexitat dels algorismes. Finalment, s'introdueix el llenguatge de programació Java, força útil en la intercomunicació home-màquina.

## Programa

- 1. Breu repàs de cursos previs:** Notació algorísmica, especificació d'algorismes, taules i tuples, hashing, recursivitat, estructures de dades lineals (piles, cues i llistes).
- 2. Introducció al llenguatge de programació Java.**
- 3. Anàlisi de l'eficiència dels algorismes:** complexitat en cas pitjor i en cas mitjà, notacions asimptòtiques, resolució de recurrències, càlcul exacte de constants.
- 4. Estratègia dividir-i-vèncer:** esquema general i exemples, teoremes pel càlcul de la complexitat, algorismes d'ordenació (mergesort, quicksort), estructures de dades (arbres binaris de cerca balancejats i aleatoris), selecció per rang dels elements d'un arbre o taula (quickselect).
- 5. Cues de prioritat i heapsort.**
- 6. Algorismes i estructures de dades digitals:** radixsort, tries, patricia tries, cerca de patrons en textos.
- 7. Grafs:** concepte, recorreguts, problemes tractables, breu introducció a la intractabilitat.
- 8. Heurístiques:** mètodes voracos, fer-i-desfer, programació dinàmica, ramificació-i-poda.



## Avaluació

La nota es calcularà com una mitjana ponderada entre la nota d'un o més projectes en llenguatge Java i la nota obtinguda a partir de dues proves escrites (parcial i final).

L'examen parcial no eliminarà matèria. La nota obtinguda en aquest examen només es tindrà en compte si és superior a la nota de l'examen final.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Aho, A.V.; Hopcroft, J.E. i Ullman, J.D.: *The Design and Analysis of Computer Algorithms*. 2nd edition. Addison-Wesley, 1983.
- Bishop, J.: *Java, Fundamentos de Programación*. 2a edició. Addison-Wesley, 1999.
- Cormen, T.H.; Leiserson, C.E. i Rivest, R.L.: *Introduction to Algorithms*. The MIT Press, 1990.
- Ferri, F.J.; Albert, J.V.; Martín, G.: *Introducció a l'Anàlisi i Disseny d'Algorismes*. Publicacions de la Universitat de València, 1998.
- Sedgewick, R.: *Algorithms in C*. 3rd edition. Addison-Wesley, 1998.

### Referències complementàries:

- Campione, M.; Walrath, K.: *The Java Tutorial*. 2nd edition. Addison-Wesley, 1998.
- Castro, J.; Cucker, F.; Messeguer, X.; Solano, L.; Vallès, B.: *Curs de Programació*. McGraw-Hill Interamericana de España S.A., 1992.
- Franch, X.: *Estructura de Dades. Especificació, Disseny i Implementació*. 2a edició. Edicions UPC, 1994.
- Gonnet, G.H.; Baeza-Yates, R.: *Handbook of Algorithms and Data Structures - In Pascal and C*. 2nd edition. Addison-Wesley, 1991.
- Knuth, D.E.: *The Art of Computer Programming: Sorting and Searching*. 3rd edition. Addison-Wesley, 1998.

### Altres referències:

- Gabarró, J.: *Iniciació a la Programació (IP)*. Inipro: Primera Part. Apunts de l'assignatura IP impartida a la FIB.
- Gabarro, J.: *Iniciació a la Programació (IP)*. Manual de Laboratori. Apunts de l'assignatura IP impartida a la FIB.

# ECONOMIA

---

**CODI:** 26303

**Càrrega docent:** 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Francesc Solé Parellada

## Objectius del curs

- Relacionar el món de l'empresa amb el seu entorn.
- Analitzar el funcionament de l'empresa, la seva organització i els seus subsistemes.
- Conèixer i aprendre a interpretar els principals documents en que es basa el sistema d'informació d'una empresa.
- Introduir l'alumne en els principis de la presa de decisions a l'empresa.
- Fomentar el treball en grup i millorar l'expressió oral i escrita.

## Programa

1. Problemes i objectius econòmics
2. Els agents econòmics: famílies, empreses i sector públic
3. Fonaments d'economia de l'empresa:  
Teoria del pensament administratiu  
L'empresa: tipologies i formes jurídiques
4. Subsistemes de l'empresa:  
Direcció general  
Compres - Producció - Logística  
Qualitat  
Comercial - Màrqueting  
Recursos humans  
Administració - Finances
5. L'administració de l'empresa:  
Els sistemes d'informació: comptabilitat i altres sistemes  
Balanç  
Compte de resultats  
Control de gestió: la planificació i el reporting
6. La presa de decisions a l'empresa  
Decisions d'explotació: baixa i alta utilització de la capacitat  
Decisions d'inversió: VAN, TIR  
Introducció al risc

## Avaluació

S'aplica un sistema d'avaluació continuada. Es valorarà la participació activa a classe, la lectura de la premsa econòmica i la resolució en grup de casos pràctics que seran exposats en públic. També es valoraran els casos no exposats a classe, que es recolliran per corregir-los. Els alumnes que demostrin el coneixement de l'assignatura per aquesta via, podran aprovar sense fer l'examen. L'altre element d'avaluació és l'examen final. L'avaluació dels alumnes que facin l'examen es farà tenint en compte la seva participació i el seu treball durant el curs.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Amat i Salas, O.: *Comptabilitat i finances per a no financers*. 5a edició. Barcelona: Gestió 2000 (Col. EADA Gestión), 1995.
- Cañabate Carmona, A.: *Toma de decisiones. Análisis y entorno organizativo*. Barcelona: Edicions UPC, 1997.
- Koontz, H.; O'Donnell, C.: *Administración: una perspectiva global*. 6a edició. México D.F.: McGraw-Hill, 1998.
- Rosanas, J.M.: *Informació comptable per a la presa de decisions empresarials*. Barcelona: Ariel, 1992.
- Tena, J.: *Organización de la Empresa: teoría y aplicaciones*. 4a edició. Barcelona: Gestió 2000 (Col. EADA Gestión), 1992.

### Referències complementàries:

- Bueno Campos, E. et alt.: *Economía de la empresa. Análisis de las decisiones empresariales*. Madrid: Pirámide, 1991.
- Dixit, A.K.; Nalebuff, B.J.: *Pensar estratégicamente. Un arma decisiva en los negocios, la política y la vida diaria*. Barcelona: Antoni Bosch, 1992.
- Leon, O.G.: *Análisis de decisiones. Técnicas y situaciones aplicables a directivos y profesionales*. Madrid: McGraw-Hill, 1993.
- Ludevid, M.; Ollé, M.: *Cómo crear su propia empresa*. 2a edició. Barcelona: Marcombo, 1991.
- Pérez-Carballo Veiga, J.F.: *Control de gestión empresarial. Texto y casos*. 2a edició ampliada. Madrid: ESIC, 1994.

# MÈTODES ESTADÍSTICS 1

---

**CODI:** 26301

**Càrrega docent:** 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Tomàs Aluja Banet

## Objectius del curs

La capacitat d'emmagatzemar i processar dades posa d'actualitat les tècniques estadístiques multivariants d'exploració i aprenentatge automàtic. El curs parteix de les bases presentades en el curs d'Anàlisi Multivariant de Dades de la Diplomatura d'Estadística. Ço és, en primer lloc s'aprofundeix en l'estudi d'un sol conjunt de variables (capítol 1); a continuació, es presenta el problema de buscar la relació entre dos conjunts de variables, on un adopta el paper de variables de resposta mentre l'altre són les variables explicatives (capítol 2). Després es repassa la distribució normal multivariant i els seus estadístics muestrals més importants, els quals permeten resoldre el problema de comparació multivariant de mitjanes (capítol 3) i finalment s'utilitzen els coneixements previs per resoldre el problema de modelització d'una variable nominal des d'un enfocament paramètric, primer a partir de variables explicatives contínues i després de variables explicatives qualitatives (capítol 4). Aquests coneixements es reforçaran mitjançant la realització de pràctiques sobre problemes reals. Per a les pràctiques de laboratori s'utilitzarà el MATLAB i, eventualment, el software comercial més adient a la pràctica.

## Programa

1. Anàlisi de factorials descriptives
  - Anàlisi general amb mètrica qualsevol
  - AFD més freqüents: ACP, ACS i ACM
  - Biplots
  - ACP sobre una matriu de distàncies
2. Modelització multivariant entre dos conjunts de variables
  - Introducció a la regressió multivariant
  - Anàlisi de regressió sobre components principals.
  - Anàlisi de correlacions canòniques.
3. Anàlisi multivariant de la variància (MANOVA)
  - Model normal multivariant
  - Distribucions mostrals.  $T^2$  de Hotelling
  - Anàlisi de mesures repetides
  - Profile analysis
  - Comparació de q mitjanes:  $\Lambda$  de Wilks
4. Anàlisi discriminant
  - Anàlisi factorial discriminant
  - Discriminació bayessiana
  - Discriminació sobre variables qualitatives

## Avaluació

L'avaluació consistirà a fer dos exàmens, un a meitat de curs i l'altre al final, més la realització de 4 pràctiques de laboratori. La nota s'obtindrà a partir de la qualificació dels exàmens (75%) i les pràctiques de laboratori (25%).

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Aluja, T.; Morineau A.: *Aprender de los datos: el análisis de componentes principales*. EUB, 1999.
- Hand, D.: *Construction and Assessment of Classification Rules*. J. Wiley, 1997.
- Johnson, R.A.; Wichern D.W.: *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 4th edition. Prentice Hall, 1998.
- Krzanowski, W.J.: *Principles of Multivariate Analysis. A user's perspective*. Oxford: Clarendon Press, 1990.
- Lebart L.; Morineau A.; Piron M.: *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris: Dunod, 1997.

### Referències complementàries:

- Bishop C.M.: *Neural Networks for Pattern Recognition*. Oxford : Clarendon Press, 1995
- Cuadras, C.: *Métodos de Análisis Multivariante*. 2a edición. Barcelona: PPU, 1991.
- Escofier, B.: *Análisis factoriales simples y múltiples: Objetivos, métodos e interpretación*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, 1992.
- Mardia, K.V.; Kent, J.T.; Bibby, J.M.: *Multivariate Analysis*. Academic Press, 1979.
- Morrison, D.F.: *Multivariate Statistical Methods*. 3rd edition. McGraw-Hill, 1990.

### Altres referències:

- Celeux, G.; Nakache, J.P.: *Analyse discriminante sur variables qualitatives*. Polytechnica, 1994.
- Gifi, A.: *Nonlinear Multivariate Analysis*. J. Wiley, 1990.
- Volle, M.: *Analyse des données*. 3e éd. Economica, 1985.

# MÈTODES ESTADÍSTICS 2

---

**CODI:** 26302

**Càrrega docent:** 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Alexandre Riba Civil

## Objectius del curs

En acabar el curs els alumnes han de ser capaços d'identificar situacions pràctiques en què experimentar resulti adequat, dissenyar l'experiment més adient i analitzar-lo.

Per aconseguir això es revisaran els conceptes bàsics de model lineal i anàlisi de la variança i s'aprofundirà en els dissenys factorials a 2 i 3 variables i la seva aplicació per al disseny de productes i processos robustos.

## Programa

1. Revisió del Model Lineal i d'ANOVA
  - Model d'efectes fixos
  - Model d'efectes aleatoris
  - Model d'efectes mixtos
  - Dissenys creuats
  - Dissenys jerarquitizats
  - Anàlisi dels components de la variança
2. Dissenys factorials
  - Factorials Fraccionals
  - Dissenys bloquejats
  - Dissenys  $3^k$
  - Dissenys  $3^{k-p}$
  - Plackett Burmann
  - Box-Behnken
  - Altres dissenys de segon ordre
3. Experimentació a la pràctica
  - Passos que s'han de seguir
  - Elaboració d'un informe
  - Realització d'un experiment en grup
4. Dissenys Robustos
  - Dissenys Split-plot
  - Mètode de Taguchi i alternatives
  - Toleràncies
  - Transmissió d'error

5. Disseny d'experiments per a dades no normals
- Dissenys per a fiabilitat
  - Dissenys per models no lineals
  - Dissenys per models lineals generalitzats
  - Control del procés multivariant

## Avaluació

Es tindrà en compte el treball fet a les classes de pràctiques.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Atkinson, A.C. i Donev, A.N. (1992): *Optimal Design of Experiments*. Oxford University Press.
- Box, G. E. P. i Draper, N. R.: *Empirical model-building and response surfaces*. 1986, Ed. Wiley.
- Draper, N. R.: *Applied regression analysis (2a ed.)*. 1981, Ed. Wiley.
- Montgomery, D. C.: *Design and analysis of experiments (3a ed.)*. 1991, Ed. Wiley.
- Venables, W. N. i Ripley, B. D.: *Modern Applied statistics with S-plus*. 1994, Ed. Springer-Verlag.
- Wu, C.J.F., i Hamada, M. (2000): *Experiments: Planning, Analysis and Parameter Design Optimization*. Wiley.

### Referències complementàries:

- Cornell, J. A.: *Experiments with mixtures designs, models, and the analysis of mixture data (2a ed.)*. 1990, Ed. Wiley.
- Dobson, A. J.: *An introduction to generalized linear models*. 1990, Ed. Chapman and Hall.
- Magnus, J. R. and Neudecker, H.: *Matrix differential calculus with applications in statistics and econometrics*. 1988, Ed. Wiley.
- Wynn, H. P. i Logothetis, N.: *Quality through design*. 1989, Ed. Oxford Science Publications.

# PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS

---

**CODI:** 26300

**Càrrega docent:** 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Oriol Serra Albó

**Altres professors:** Gerard Olivar Tost

## Objectius del curs

Es pressuposa familiaritat amb les nocions bàsiques de teoria de la probabilitat i els models aleatoris elementals. El curs se centra en dos aspectes. D'una banda, la convergència de variables aleatòries, lleis dels grans nombres i teoremes del límit central. De l'altra, la presentació de processos aleatoris bàsics i les seves aplicacions: passeigs aleatoris, processos de renovació, processos de ramificació i teoria de cues.

## Programa

### 1. Distribucions multidimensionals

- Distribucions multidimensionals. Independència i distribucions condicionades.
- Paràmetres estadístics. Funció generadora de moments. Funció característica.
- Distribució normal multidimensional.

### 2. Convergència de variables aleatòries

- Teoremes de Poisson i de Moivre-Laplace.
- Convergència en distribució, en probabilitat i quasi segura.
- Les lleis dels grans nombres.
- Teoremes del límit central.

### 3. Processos aleatoris

- Introducció als processos aleatoris.
- Processos de Markov.
- Processos de Poisson.
- Exemples i aplicacions: processos comptadors, passeigs aleatoris, la ruïna del jugador, creixement de poblacions, processos de naixement/mort, processos de renovació, processos de ramificació, teoria de cues.

## Coneixements previs necessaris

Curs bàsic de teoria de probabilitats (equivalent a l'Estadística Matemàtica 1 de la Diplomatura d'Estadística de l'FME).

Àlgebra i Càlcul a nivell de primer cicle d'ensenyaments científics i tècnics.



## Avaluació

Es farà una prova a mig curs i un examen final. Es consideraran valoracions complementàries per mitjà d'activitats relacionades amb les pràctiques.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Chung, K.L. : *Elementary Probability Theory with stochastic processes*. Ed. Springer-Verlag, 1979.
- Pfeiffer, P. E. : *Probability for Applications*, Springer Texts in Statistics, Springer-Verlag 1990.
- Ross, S.M. : *Stochastic Processes*, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, John Wiley and Sons, 1996.
- Sanz Solé, M.: *Probabilitats*. Edicions de la Universitat de Barcelona, 1999.
- Tuckwell, H.C.: *Elementary Applications of Probability*. Ed. Chapman and Hall, 1995.

### Referències complementàries:

- Feller, W.: *An Introduction to Probability Theory and its Applications*, (Vol.1 , Vol. 2). Ed. John Wiley, 1968.
- Fisz, M.: *Probability and Mathematical Statistics*. Ed. Robert Krieger Pub. Co., 1980.
- Grimmet, G.R.; Stirzaker, D.R.: *Probability and Random Processes*. Ed. Oxford Science Publ., 1992.
- Hacking, I.: *The emergence of probability*. Ed. Cambridge University Press, 1975.
- Isaacson, D.L. and Madsen, R.W.: *Markov Chains Theory and Applications*. Ed. Wiley, 1985.



# 1r CURS – 2n QUADRIMESTRE

---

# BASES DE DADES

---

**CODI:** 26308

**Càrrega docent:** 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Fèlix Saltor Soler

**Altres professors:** Alberto Abelló Gamazo, Ricard Gavaldà Mestre

## Objectius del curs

Aquesta assignatura pretén introduir l'estudiant en temes propis i actuals dels professionals de l'estadística, com són l'emmagatzematge i la gestió de dades estadístiques, els magatzems de dades i la mineria de dades.

## Programa

1. Repàs de bases de dades relacionals.
  - Bases de dades.
  - Model relacional: taules, àlgebra relacional, restriccions d'integritat.
  - Llenguatge SQL.
2. Bases de dades estadístiques.
  - Models: el model mefisto.
  - Metadades.
  - Accés estadístic a dades confidencials.
3. Magatzems de dades (*Data Warehouse*).
  - Conceptes.
  - Arquitectures.
4. Anàlisi multidimensional (sistemes OLAP).
  - Esquemes.
  - Operadors.
  - Tècniques i Eines.
5. Minería de dades i descobriment de coneixements en bases de dades (*Data Mining and Knowledge Discovery in Databases*).
  - Conceptes.
  - Passos.
  - Tècniques i Eines.
  - Exemples d'aplicació.

## Coneixements previs necessaris

Bases de dades en general i model relacional en particular, tal com es troben als llibres de Silberschatz et al, o de Date a la bibliografia.

## Avaluació

Hi haurà un examen parcial i un examen final. La nota de l'assignatura s'obté com a resultat d'una mitjana ponderada entre les notes dels exàmens, dels treballs pràctics i de la participació activa en la resolució de problemes a classe. Les notes corresponents als temes 1 i 2 suposaran un 50% de la nota final; les dels temes 3 i 4, un 25%; i el 25% restant correspondrà al tema 5. Es faran un mínim de dues pràctiques avaluable. Cada pràctica, dins del tema al que correspongui, tindrà un pes del 5% de la nota final.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Adriaans, P. & Zantinge, D.: *Data Mining*. Addison Wesley, 1996.
- Fayyad, U.; Piatetsky-Shapiro, G.; Smyth, P. & Uthurusamy, R. (eds.): *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*. AAA I Press / MIT Press, 1996.
- Inmon, W.H.; Imhoff, C. & Sousa, R.: *Corporate Information Factory*. John Wiley, 1998.
- Kimball, R.: *The Data Warehouse Toolkit practical techniques for building dimensional data warehouses*. John Wiley, 1996.
- Silberschatz, A.; Korth, H. & Sudarshan, S.: *Fundamentos de Bases de Datos*. 3a edició. McGraw-Hill, 1998.

### Referències complementàries:

- Cios, K.; Pedrycz, W. & Swiniarski, R.: *Data Mining Methods for Knowledge Discovery*. Kluwer, 1998.
- Date, C.J.: *An introduction to database systems*. 7th edition. Addison Wesley, 2000. (Hi ha traducció al castellà de la 5a edició).
- Elmasri, R.; Navathe, S.: *Sistemas de Bases de Datos: Conceptos fundamentales*. 2a edició. Addison Wesley, 1997.
- Franco, J.M.; EDS-Prométhéus: *El Data Warehouse. El Data Mining*. Eyrolles/Gestión 2000, 1997.
- Ramakrishnan, R.: *Database Management Systems*. WCB McGraw-Hill, 1998.

# INFERÈNCIA I DECISIÓ

---

**CODI:** 26305

**Càrrega docent:** 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professora coordinadora:** Guadalupe Gómez i Melis

**Altres Professors:** Pedro Delicado Useros

## Objectius del curs

L'objectiu d'aquesta assignatura és proporcionar una sòlida base teòrica dels fonaments de la Inferència Estadística i de la Teoria de la Decisió. Es pretén que aquesta fonamentació capaciti els estudiants per a les innovacions i les aplicacions d'alt nivell. D'altra banda, pretén ser una llavor formativa per a la consolidació de joves investigadors en aquesta àrea de la ciència i la tecnologia.

## Programa

1. Introducció
  - Concepte de variable aleatòria, esperança i variància. Famílies de distribucions. Vectors aleatoris.
  - Sumes de variables aleatòries. Mostreig d'una llei Normal. Aproximacions.
2. Principis estadístics per reduir les dades mostrals
  - Principi de suficiència.
  - Principi de versemblança.
3. Estimació puntual 1: Mètodes per trobar estimadors
  - La funció de distribució empírica. Teorema de Glivenko-Cantelli.
  - Principi de substitució. El mètode dels moments.
  - Màxima versemblança. Propietat d'invariància. Càlcul de l'estimador mitjançant mètodes numèrics.
  - Inferència Bayesiana. Distribucions *a priori* i *a posteriori*. Famílies conjugades. Funció de pèrdua. Estimadors de Bayes.
4. Estimació puntual 2: Avaluació d'estimadors
  - Error quadràtic mitjà, Biaix, Eficiència relativa.
  - Millor estimador sense biaix. Informació de Fisher. Teorema de Cramer-Rao.
  - Teorema de Rao-Blackwell. Teorema de Lehmann-Scheffé.
  - Consistència. Normalitat asimptòtica. Mètode delta. Eficiència relativa asimptòtica
  - Teoria asimptòtica per l'estimador màxim versemblant.
5. Proves d'hipòtesis
  - Definicions bàsiques. Lema de Neyman-Pearson per a hipòtesis simples.
  - Proves uniformement més potents. Lema de Neyman-Pearson per a alternatives compostes.
  - Raó de versemblança monòtona. Teorema de Karlin-Rubin.
  - Proves no esbiaixades. Proves localment més potents.
  - Prova de la raó de versemblança. Distribució asimptòtica.
  - *Score test*. Prova de Wald. Proves en presència de paràmetres *nuisance*.
  - Proves Bayesianes. Avantatge *a priori* i *a posteriori*. Factor de Bayes.

6. Estimació per intervals
  - Regions i intervals de confiança. Probabilitat de cobertura.
  - Mètodes per trobar intervals de confiança: invertir la prova estadística, a partir de quantitats pivotals, mitjançant regions Bayesianes (intervals de credibilitat).
7. Introducció a la Teoria de la Decisió
  - Elements bàsics en un problema de decisió: espai d'estats, funcions de pèrdua i d'utilitat, regla de decisió, distribució a priori, funció de risc, risc i regles de Bayes.
  - La teoria de la decisió en el context d'inferència estadística.
  - Regles de decisió de Bayes.
  - Admissibilitat de les regles de decisió.

## Avaluació

Realització d'un examen parcial que no allibera de matèria i d'un examen final. Realització d'una pràctica obligatòria. La realització i entrega d'exercicis i problemes formarà part de la qualificació final.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Arnold, S.F.: *Mathematical Statistics*. Prentice-Hall, 1990
- Azzalini, A.: *Statistical Inference Based on Likelihood*. Chapman and Hall, 1996.
- Casella, G.; Berger, R.L.: *Statistical Inference*. Duxbury Press, 1990.
- Garthwaite, P.H.; Jolliffe, I.T.; Jones, B.: *Statistical Inference*. Prentice-Hall, 1995.
- Welsh, A.H.: *Aspects of Statistical Inference*. Wiley, 1996.

### Referències complementàries:

- Crístobal, J.A.: *Inferencia Estadística*. Universidad de Zaragoza, 1992.
- DeGroot, M.H.: *Probability and Statistics*. Addison-Wesley, 1989.
- Schervish, M.J.: *Theory of Statistics*. Springer, 1995.
- Silvey, S.D.: *Statistical Inference*. Chapman and Hall, 1983.
- Vélez, R.; García, A.: *Principios de Inferencia Estadística*. UNED, 1993.

# MÈTODES MATEMÀTICS 1

---

**CODI:** 26306

**Càrrega docent:** 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Miquel Grau Sánchez

**Altres professors:** Miquel Noguera Batlle

## Objectius del curs

En aquest curs es comença fent un repàs als conceptes d'àlgebra lineal ja coneguts per l'alumne i se'n presenten de nous que són d'utilitat per a l'estadística. La segona part, la més extensa del curs consisteix a donar a conèixer i treballar els mètodes numèrics de resolució de sistemes d'equacions lineals, sistemes sobredeterminats, el càlcul de valors i vectors propis, i les aplicacions.

## Programa

### 1. Àlgebra Lineal

- Espais vectorials i aplicacions lineals
- Tècniques de càlcul matricial i matrius per blocs
- Diagonalització i espais euclidis
- Derivació matricial i aplicacions

### 2. Resolució Numèrica de Sistemes Lineals

- Mètodes directes
- Mètodes iteratius
- Sistemes lineals sobredeterminats

### 3. Càlcul de Valors i Vectors Propis

- Fites dels valors propis
- Mètode de la potència
- Mètode de Jacobi
- Transformació de matrius a forma reduïda: Forma Hessenberg i mètode de Householder
- Mètodes de deflació de Wielandt i de Householder
- Mètodes de factorització: Mètodes LR i QR
- Descomposició en valors singulars

## Avaluació

La nota final s'obté de les notes parcials dels exàmens, els treballs i les pràctiques.



## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Forsythe, G.; Malcom, M.; Moler, C.: *Computer Methods for Mathematical Computations*. London: Prentice Hall, 1977.
- García Merayo, F.: *Fortran 90 Lenguaje de Programación*. Madrid: Paraninfo, 1999.
- Grau, M.; Noguera, M.: *Càlcul numèric*. Barcelona: Edicions UPC, 1993.
- Harville, D. A.: *Matrix Algebra from a Statistician's Perspective*. New York: Springer, 1997.
- Soto, M.J.; Vicente, J.L.: *Algebra Lineal con Matlab y Maple*. Madrid: Prentice Hall , 1995.

### Referències complementàries:

- Fröberg, C.E.: *Numerical Mathematics. Theory and Computer Applications*. Menlo Park: Benjamin-Cummings, 1985.
- Gentle, J.E.: *Numerical Linear Algebra for Applications in Statistics*. New York: Springer, 1998.
- Nakache, J.-P. et al.: *Exercices commentés de mathématiques pour l'analyse statistique des données*. Paris: Dunod, 1981.
- Stoer, J.; Bulirsch, R.: *Introduction to Numerical Analysis*. 2nd edition. New York: Springer, 1993.
- Wilkinson, J.H.: *The Algebraic Eigenvalue Problem*. Oxford: Clarendon Press, 1965.

# OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA

---

**CODI:** 26307

**Càrrega docent:** 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Narcís Nabona Francisco

**Altres professors:** Lúdia Montero Mercadé

## Objectius del curs

- Presentar les bases teòriques dels principals algorismes d'Optimització Contínua i les seves eines de resolució de problemes d'alta dimensionalitat.
- Justificar l'eficiència computacional dels algorismes que es presenten.
- Comprensió d'una part de les propietats dels algorismes mitjançant l'experimentació computacional amb programes preparats per resoldre problemes escollits.
- Adquisició de pràctica en l'ús de les eines professionals de l'Optimització Contínua.
- Entrar en contacte amb problemes reals d'Optimització Contínua.

## Programa

1. Conceptes de convergència global i local. Direcció de descens i derivada direccional. Taxa i ordre de convergència. Fita superior a la taxa de convergència del mètode del gradient.
2. Introducció a l'esparsitat: Emmagatzematge espars d'un vector i una matriu. Ubicadors i accessibilitat. Producte matriu per vector. Matrius simètriques esparses i graf equivalent. Triangulació en matrius esparses i modificació d'ubicadors. Reordenacions.
3. Mètodes de direccions conjugades: Direccions Q-conjugades, propietats i generació. Minimització d'una funció quadràtica. Teorema del subespai expansiu. Algorisme i teorema del gradient conjugat. El gradient conjugat com a procés òptim: teoremes 1 i 2. Solució aproximada de sistemes d'equacions amb matriu de coeficients simètrica i definida positiva. Aplicació de l'esparsitat. Mètode del gradient conjugat parcial.
4. Mètode de Newton: Propietat de la família d'algorismes  $X_{k+1}=X_k-\alpha MG_k$ . El mètode de Newton. Convergència local i convergència global. Modificació de Luenberger. Triangulació de Gill-Murray. Modificació de Dennis-Schnabel. Aplicació de l'esparsitat.
5. Factoritzacions ortogonals i mínims quadrats: Propietats de les matrius de Householder. Factoritzacions QR i LQ. Cas de rang incomplet. Submatrius Y i Z de la matriu Q; subespai de rang i subespai nul. Mínims quadrats lineals i interpretació geomètrica. Solució numèrica sense i amb factorització QR. Rang incomplet en columnes, factorització ortogonal completa i solució de norma mínima. Mínims quadrats qualssevol. Mètode de Gauss-Newton. Solució numèrica sense i amb factorització QR. Esparsitat en la factorització QR o LQ.
6. Minimització amb constriccions lineals d'igualtat: Reducció de la dimensionalitat per les constriccions lineals d'igualtat. Procediments d'obtenció d'un punt inicial factible. Obtenció de la matriu Z per factorització LQ i pel mètode de reducció de variable. Algorisme general. Gradient projectat i mètode del gradient. Hessiana projectada i mètode de Newton. Aplicació de l'algorisme del gradient conjugat. Programació quadràtica. Estimacions dels multiplicadors de Lagrange de  $1r$  i  $2n$  ordre.
7. Minimització amb constriccions lineals de desigualtat: Mètode del conjunt actiu. Actualitzacions de la matriu Z quan s'hi afegixen i es descarten constriccions. Actualitzacions de l'hessiana projectada quan es descarta una constricció. Programació quadràtica definida positiva. Minimització subjecta a fites simples de les variables.
8. Algorisme de Murtagh-Saunders: Constriccions lineals d'igualtat i fites simples. Procediment de Murtagh-Saunders. Variables superbàsiques. Algorisme general. El mètode del simplex.

9. Introducció als Mètodes de Punt Interior: Requeriments matemàtics. Escalat afí primal. Determinació del pas. Punt factible interior. Criteri d'acabament. Relació amb el símplex. Algorisme de l'escalat afí primal. Escalat afí dual. Algorisme.
10. El mètode del gradient reduït generalitzat. Aplicació a un problema amb constriccions lineals d'igualtat i variables fitades. Variables dependents i independents. Aplicació a problemes amb constriccions qualssevol. Retorn a la hipersuperfície de les constriccions.

## Pràctiques

Es realitzaran pràctiques consistents en la utilització de programes i paquets ja desenvolupats.. S'explicarà i s'haurà de codificar un problema real d'optimització sense constriccions, i un problema real d'optimització amb constriccions lineals.

## Coneixements previs necessaris

Investigació Operativa.

## Avaluació

Hi haurà dos exàmens de teoria i problemes (70% de la nota) i pràctiques computacionals (30% de la nota).

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Bertsekas, D.P.: *Nonlinear Programming*. 2a edició. Belmont, MA, USA: Athena Scientific, 1999.
- Dennis, J.E.; Schnabel, R.B.: *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*. Prentice Hall, 1983.
- Duff, I.S. et alt.: *Direct Methods for Sparse Matrices*. Oxford Clarendon Press, 1989.
- Gill, P.E.; Murray, W.; Wright, M.H.: *Practical Optimization*. Academic Press, 1981.
- Luenberger, D.G.: *Linear and Nonlinear Programming*. Addison-Wesley, 1984.

### Referències complementàries:

- Arbel, A.: *Exploring interior-point linear programming algorithms and software*. The MIT Press, 1993.
- Fletcher, R.: *Practical Methods of Optimization*. 2nd edition. John Wiley & Sons, 1987.
- Gill, P.E. et alt.: *Numerical Linear Algebra and Optimization*. Addison-Wesley, 1991.
- Golub, G.H.; Van Loan, C.F.: *Matrix Computations*. 3rd edition. Hopkins University Press, 1996.
- Vanderbei, R.J.: *Linear Programming. Foundations and Extensions*. Ed. Kluwer Academic, 1996.

### Altres referències:

- Nabona, N.: *Notes sobre Optimització Continua I*. Servei de Fotocòpies FME, 2000
- Nabona, N., Heredia, F.J. : *Problemes d'Optimització Continua I*. Servei de Fotocòpies FME, 2000.
- Nabona, N., Montero, L., Rossell, F : *Pràctiques d'Optimització Continua I*. Servei de Fotocòpies FME, 2000.



## **2n CURS – 1r QUADRIMESTRE**

---

# MÈTODES MATEMÀTICS 2

---

**CODI:** 26310

**Càrrega docent:** 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Marta València Guitart

**Altres professors:** Pere Pascual Gainza

## Objectius del curs

L'anàlisi matemàtica ha tingut i té un paper fonamental en el desenvolupament de la teoria bàsica subjacent a la metodologia estadística. El gran desenvolupament de l'estadística com a disciplina fa que sigui imprescindible el coneixement dels fonaments de l'anàlisi matemàtica i els seus mètodes.

En aquest curs partirem del coneixement de les eines clàssiques del càlcul, com la derivació i la integració, per aprofundir en dos aspectes de gran interès: la transformada de Fourier d'una funció i la seva aplicació a la funció característica associada a una variable aleatòria, i la teoria d'aproximació de funcions, ja sigui per polinomis, per mínims quadrats o per *splines*, especialment útils en temes de regressió.

## Programa

- 5. Integrals impròpies.** La integral de Riemann-Stieltjes. Integrals impròpies, valor principal. Criteris de convergència. Funcions complexes. Fórmula de Cauchy. El teorema dels residus i la seva aplicació al càlcul d'integrals impròpies. Exemples.
- 6. La transformada de Fourier.** La transformada de Fourier. Transformades en sinus i cosinus. Igualtat de Parseval. Teorema d'inversió de Fourier. Exemples. Producte de convolució i la seva transformada. Transformades de Fourier múltiples. Funcions característiques en probabilitat i estadística.
- 7. Aproximació local de funcions.** Funcions diferenciables. Fórmula de Taylor. Sèries enteres. Funcions desenvolupables en sèrie. Exemples i aplicacions.
- 8. Aproximació global de funcions.** Objectius i utilitat de l'aproximació de funcions. Tipus d'aproximació. Polinomis de Bernstein: el teorema d'aproximació polinomial de Weierstrass. Mètodes funcionals: aproximació per mínims quadrats, polinomis ortogonals. Aproximació per interpolació: interpolació de Lagrange. Splines cúbics. B-splines. Aplicacions.

## Avaluació

L'avaluació consistirà en dues proves que es faran al llarg del curs i un examen final. Es podran tenir en compte problemes i pràctiques recollits durant el curs, així com la participació en les classes de problemes.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Apostol, T.: *Análisis matemático*. Ed. Reverté, 1991.
- Baldi, P.: *Calcolo delle probabilità e statistica*. MacGraw Hill, 1992.
- Chung, K.L.: *A course in Probability Theory*. Academic Press, 1974.
- Khuri, A.I.: *Advanced Calculus with Applications in Statistics*. Wiley Inters. 1993.
- Weinberger,,: *Curso de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales*. Ed. Reverté, 1992.

### Referències complementàries:

- Bonet, C. I altres: *Càlcul Numèric*. Edicions UPC, 1994.
- Davis, B.: *Integral transforms and their applications*. Springer Verlag, 1985.
- Grau, M.; Noguera, M.: *Càlcul Numèric*. Edicions UPC, 1993.
- Schumaker, L.: *Spline functions. Basic theory*. Ed. Krieger, 1993.
- Seeley, R.: *Introducción a las series e integrales de Fourier*. Ed. Reverté, 1970.

# MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1

---

**CODI:** 26311

**Càrrega docent:** 4,5 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Jaume Barceló Bugada

**Altres professors:** Jordi Castro Pérez

## Objectius del curs

L'objectiu primordial del curs és introduir l'alumne en els problemes de la modelització de sistemes en presència d'incertesa, i familiaritzar-lo en les tècniques analítiques i algorismes per tractar-los. Dintre de l'àmplia família de models d'Investigació Operativa en què intervenen els processos estocàstics el curs tractarà dos casos rellevants: la Programació Estocàstica i la Teoria de Cues. Es proporcionaran els conceptes bàsics d'aquestes matèries i es pretén que l'estudiant en finalitzar el curs sigui capaç de modelitzar, formular i solucionar problemes de presa de decisions on intervinguin tant variables deterministes com aleatòries.

## Programa

**Introducció:** Consideracions addicionals sobre la modelització de sistemes en la Investigació Operativa. Models amb presència d'Aleatorietat: Programació Estocàstica i Teoria de Cues.

### Bloc I. Programació Estocàstica

1. Introducció i exemples de models.
2. Incertesa i aspectes de modelització: decisions i etapes; problemes de dues etapes de recurs fix; representació de la segona etapa; programació probabilista.
3. Propietats bàsiques dels problemes de programació estocàstica: problemes lineals de dues etapes i recurs fix; restriccions probabilistes; problemes enters estocàstics; problemes no lineals estocàstics de dues etapes; problemes multietapa.
4. Interpretació de les solucions obtingudes: el valor de la solució estocàstica.
5. Alguns mètodes de resolució per a problemes de dues etapes amb recurs.

### Bloc II. Teoria de cues.

1. Introducció: Descripció, característiques i notacions dels processos de cues. Especificacions i mesures del rendiment dels sistemes de cues. El Teorema de Little.
2. Alguns processos estocàstics d'interès: Cadenes de Markov Discretes, Cadenes de Markov Contínues, Processos de Naixement i Mort.
3. Sistemes de cues markovianes simples en equilibri:  $M/M/1$ ,  $M/M/s$ , etc.
4. Models markovians avançats:  $M^{[X]}/M/1$ ,  $M/M^{[Y]}/1$ ,  $M/E_k/1$ , etc.
5. Models de cues generalitzades:  $M/G/1$ ,  $G/M/1$ ,  $G/G/1$ .
6. Xarxes de cues: xarxes obertes de Jackson, xarxes tancades de Jackson, extensions de les xarxes de Jackson.
7. Fitacions, aproximacions, tècniques numèriques i simulació



## Avaluació

Exàmens parcials. Realització de treballs pràctics.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Birge, J. R; Louveaux, F. *Introduction to Stochastic Programming*. Springer. 1997.
- Gross, D; Harris, C.M. *Fundamentals of Queueing Theory*. John Wiley. 1998.
- Kall, P; Wallace, S.W. *Stochastic Programming*. Wiley. 1994.
- Kleinrock, L. *Queueing Systems*. Vol 1. John Wiley. 1975.
- Kobayashi, H. *Modeling and Analysis: An Introduction to System Performance Evaluation Methodology*. Addison-Wesley. 1978.

### Referències complementàries:

- Ermoliev, Y; Wets, R.J.-B. (eds.), *Numerical Techniques for Stochastic Optimization*. Springer. 1987.
- Fourer, R; Gay, D.M.; Kernighan, B.W. *AMPL A modeling Language for Mathematical Programming*. Boyd & Fraser. 1997.
- Lavenberg, S. *Computer Performance Modeling Handbook*. Academic Press. 1983.
- Prekopa, A. *Stochastic Programming*. Kluwer. 1995.
- Wets, R.J.-B. *Stochastic Programming in Optimization*, Nemhauser, G et al. (eds.). Elsevier. 1989

# MODELS LINEALS GENERALITZATS

---

**CODI:** 26309

**Càrrega docent:** 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professora coordinadora:** Lúdia Montero Mercadé

## Objectius del curs

El models lineals generalitzats estudien la relació estocàstica entre una variable dependent i un conjunt de variables explicatives a partir de dades conegudes (qualitatives o quantitatives). El curs il·lustra la unitat de tècniques de modelització estadística diverses.

El model lineal general clàssic pressuposa una distribució normal de la variable de resposta. En l'apartat dedicat al model lineal general clàssic es presentaran per separat tres grans grups de models per analitzar. El primer està format per aquells models en els quals les variables explicatives són quantitatives, és a dir, l'anàlisi de la regressió; en un segon grup s'estudien els casos en els quals les variables explicatives són qualitatives, és a dir, l'anàlisi de la variància, i finalment es tracten aquells models en els quals les variables explicatives inclouen variables qualitatives i quantitatives, és a dir, l'anàlisi de la covariància. Es posarà un èmfasi especial en l'anàlisi dels residus, en l'estudi de les violacions dels supòsits bàsics del model i en la selecció del millor model.

La llei normal és un membre particular de la família exponencial, com ho són a la vegada les lleis binomial, Poisson, etc. L'extensió del model general clàssic al tractament de variables de resposta pertanyents a la família exponencial constitueix l'objectiu bàsic dels models lineals generalitzats. L'estudi de les components dels models lineals generalitzats resulta essencial per comprendre els mètodes d'estimació dels paràmetres.

Els models lineals generalitzats particulars que s'estudien detalladament responen a:

- Models de variable de resposta binària.
- Models de variable de resposta multinomial.
- Models log-lineals. Relació amb els models de resposta multinomial.

En les pràctiques d'aquesta assignatura, la utilització dels paquets estadístics és una eina essencial.

## Programa

1. Introducció. Relació entre variables. Introducció a la modelització de fenòmens aleatoris. El model lineal general i els models lineals generalitzats.
2. La família exponencial. Estudi de casos. Estimació dels paràmetres dels models lineals generalitzats. Distribució dels estimadors, càlcul d'interval de confiança. Mesura de l'ajust.
3. Model de regressió múltiple. Hipòtesis. Interpretació geomètrica del model de regressió. Propietats dels estimadors. Teorema de Gauss-Markov. Mesura de l'ajust.
4. Diagnosi i validació del model de regressió múltiple. La multicol·linealitat i els seus efectes. Anàlisi dels residus, influència d'una observació i distància de Cook. Tractament de l'heterocedasticitat. Transformacions. Selecció de la millor equació de regressió.
5. Anàlisi de la variància i de la covariància

6. Models de resposta binària. Funcions de *link*. Estimació dels paràmetres. Funció *deviance*. Regressió logística.
7. Models de resposta multinomial. Funcions de *link* per a respostes nominals i ordinals. Models jeràrquics. Estimació dels paràmetres. Funció *deviance*.
8. Models log-lineals. Distribució de Poisson i funció de *link*. Relació entre els models log-lineals i els models de resposta multinomial. Anàlisi de taules de contingència.

## Coneixements previs necessaris

Inferència Estadística.

## Avaluació

La part pràctica inclou el lliurament de respostes a qüestionaris durant les sessions al laboratori o l'elaboració d'informes sobre casos reals. La part teòrica inclou la realització d'un examen parcial i un de final. Quantitativament, la part pràctica suposa el 35% de la nota final i la part teòrica el 65% de la nota final.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Agresti, A.: *Categorical Data Analysis*. Wiley Interscience, 1990.
- Dobson, A. J.: *An Introduction to Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, 1990.
- Fox, J.: *Applied Regression Analysis, Linear Models, and Related Methods*. Sage, 1997.
- Lindsey, J. K.: *Applying Generalized Linear Models*. Springer, 1997.
- McCullagh, P.; Nelder, J.A.: *Generalized Linear Models*. 2nd edition. Chapman and Hall, 1989.

### Referències complementàries:

- Cook, R.D.; Weisberg, S.: *Residuals and Influence in Regression*. Chapman and Hall, 1982.
- Draper, N.R.; Smith, H.: *Applied regression analysis*. Wiley, 1981.
- Peña, D.: *Estadística. Modelos y métodos. Vol. 2, Modelos lineales y series temporales*. Alianza Universidad Textos, 1989.
- Seber, G.A.F.: *Linear Regression Analysis*. Wiley, 1977.
- Stapleton, J.H.: *Linear Statistical Models*. Wiley, 1995.

# PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA

---

**CODI:** 26312

**Càrrega docent:** 6 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Jaume Barceló Bugeda

## Objectius del curs

Aprofundir en l'estudi de les propietats de les famílies de models matemàtics típics de la Investigació Operativa, generalitzar els resultats de la teoria de la dualitat i les seves implicacions, explotant les propietats de la dualitat i les característiques inherents a l'estructura de les dades del model matemàtic, i introduir els problemes enters i de caràcter combinatori.

L'assignatura vol donar un complement de fonamentació teòrica als continguts de la Investigació Operativa i familiaritzar l'alumne amb els mètodes que permeten resoldre algunes de les aplicacions pràctiques que duen a problemes de grans dimensions en la indústria, l'economia, etc. I també introduir-lo al paper d'aquests mètodes a l'estadística en models específics de regressió, disseny d'experiments, etc.

## Programa

1. Models enters i combinatoris: La caracterització dels políedres dels problemes combinatoris: cares i facetes d'un políedre convex. El problema de Knapsack: heurístiques per al problema de Knapsack, la caracterització del polítop de Knapsack. Algorismes de pla secant per als problemes enters: talls de Gomory. Procediments d'identificació de constriccions. El cas del polítop de Knapsack: teoremes de desprojecció.
2. Optimització no lineal: Dualitat en Programació Matemàtica i dualitat lagrangiana: Generalització de la dualitat en programació matemàtica. Dualització i relaxació. Equivalència entre convexificació i dualització. Condicions globals d'optimalitat. Revisió de les condicions de Karush-Kuhn-Tucker. Relaxació Lagrangiana i dualitat. Introducció a l'optimització no diferenciable. L'optimització subgradient.
3. Estudi de problemes tipus de Programació Matemàtica: El problema del viatjant de comerç: heurístiques, caracterització de facetes, identificació de constriccions, relaxacions lagrangianes. Problemes discrets de localització de plantes: problemes sense capacitats, heurístiques duals, problemes amb capacitats, mètodes lagrangians. Problemes de rutes de vehicles. Tractament per heurístiques aleatòries: *simulated annealing*.
4. Aplicacions de la Programació matemàtica a problemes estadístics: regressió, disseny d'experiments, etc.

## **Coneixements previs necessaris**

Investigació Operativa, Àlgebra Lineal, Probabilitats, Inferència Estadística.

## **Avaluació**

Hi haurà exàmens parcials, examen final i pràctiques.

## **Bibliografia**

### **Referències bàsiques:**

- Arthanari and Dodge: *Mathematical Programming in Statistics*. John Wiley, 1993.
- Bazaraa, M.S.; Sherali; Shetti, C.M.: *Nonlinear Programming: Theory and Algorithms*. 2nd edition. John Wiley and Sons, 1993.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.A.: *Integer and Combinatorial Optimization*. John Wiley and Sons, 1988.
- Padberg, M.: *Linear Optimization and Extensions*. 2nd edition. Springer-Verlag, 1999.
- Wolsey, L. A.: *Integer Programming*, John Wiley-Interscience, 1998.

### **Referències complementàries:**

- Drezner, Zvi.: *Facility Location: A Survey of Applications and Methods*. Springer, 1995.
- Lawler, E.L.; Lenstra, J.K.; Rinnooy Kan, A.H.G.; Shmoys, D.B.: *The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization*. John Wiley, 1985.
- Mirchandani, P.B.; Francis, R.L.: *Discrete Location Theory*. John Wiley, 1990.
- Shapiro, J.F.: *Mathematical Programming: Structures and Algorithms*. John Wiley and Sons, 1979.
- Williams, H.P.: *Model Solving in Mathematical Programming*. John Wiley, 1993.



## **2n CURS – 2n QUADRIMESTRE**

---

# MÈTODES ESTADÍSTICS 3

---

**CODI:** 26313

**Càrrega docent:** 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

**Professora coordinadora:** M. Pilar Muñoz Gràcia

**Altres professors:** Manuel Martí Recober

## Objectius del curs

L'objectiu del curs és que l'estudiant conegui la sistemàtica per al tractament i l'anàlisi de sèries temporals, destacant la importància de les previsions, els fonaments teòrics i la metodologia per a la realització d'aquestes previsions, quan es disposa d'observacions de successions de variables aleatòries que no són independents entre si.

Al finalitzar el curs l'estudiant ha de comprendre les tècniques de predicció recursiva basades en les innovacions, la utilització de la funció de versemblança, i el criteri d'Akaike aplicat a la inferència, i també el comportament asimptòtic dels estimadors de màxim versemblança dels coeficients dels models ARMA univariants, utilitzant la metodologia Box-Jenkins.

L'estudiant ha de saber identificar en quines situacions convé aplicar la identificació automàtica de sèries temporals, i també la detecció i el tractament de dades atípiques.

Al llarg de l'assignatura han d'adquirir els coneixements que permetin introduir el tractament de les sèries temporals multivariants.

## Programa

1. Metodologia Box-Jenkins. Processos estacionaris: models ARMA, propietats. Estimació de models ARMA: estimació preliminar i estimació de màxima versemblança. Previsió de models ARMA: error quadràtic mitjà. Processos no estacionaris: models ARIMA. Processos estacionals: models SARIMA, previsió de models SARIMA.
2. Models d'espai d'estat: el filtre de Kalman. Representació en espai d'estat dels models ARMA i ARIMA. Algorismes d'estimació.
3. Identificació automàtica. Funció d'autocorrelació inversa. Tractament de la variabilitat no constant. Estimació d'arrels en el cercle unitat. Algorisme de Hannan i Rissanen.
4. Detecció automàtica de dades atípiques. Tractament d'observacions mancants. Estimació dels efectes dels dies laborables i pasqua.
5. Regressió dinàmica: Funció de transferència. Introducció als processos multivariants.

## Paquets estadístics

\*SAS .....

\*TRAMO/SEATS

\*SPSS

\*S-Plus



## Coneixements previs necessaris

Inferència Estadística.

## Avaluació

La part pràctica inclou el lliurament d'exercicis resolts per l'estudiant i de respostes a qüestionaris durant les sessions al laboratori. La part teòrica inclou la realització d'exàmens parcials i examen final. Quantitativament, la part pràctica suposa el 35% de la nota final i la part teòrica el 65% de la nota final.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Aoki, M.; Havenner, A.M.: *Applications of computer aided time series modelling*. Springer, 1997
- Aoki, M.: *State space modelling of time series*. 2nd edition. Springer, 1990.
- Brockwell, P.J.; Davis, R.A.: *Time series: Theory and methods*. Springer-Verlag, 1991.
- Durbin, J.: *Time Series Analysis Based on State Space Modelling for Gaussian and Non-Gaussian Observations*. Oxford University Press. RSS Lecture Notes Series, 1996.
- Pankratz A.: *Forecasting With Dynamic Regression Models*. John Wiley, 1991.

### Referències complementàries:

- Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel G.C.: *Time series analysis: Forecasting and control*. 3rd edition. Prentice-Hall, 1994.
- Eaton, M.: *Multivariate Statistics, a vector Space Approach*. Wiley, 1983.
- Fuller, W.A.: *Introduction to Statistical Time Series*. 2nd edition. John Wiley, 1996.
- Pankratz A.: *Forecasting With Univariate Box-Jenkins Models: Concepts and Cases*. John Wiley, 1983.
- Peña, D.: *Estadística. Modelos y métodos. Vol. 2. Modelos lineales y series temporales*. Alianza Universidad Textos, 1991.

# MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2

---

**CODI:** 26314

**Càrrega docent:** 4,5 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics

**Professor coordinador:** Jaume Barceló Bugeda

**Altres professors:** Jaume L. Ferrer Cerdà

## Objectius del curs

Aquesta assignatura vol introduir l'alumne en els conceptes de la simulació com a eina de la Investigació Operativa per al tractament de models matemàtics en els quals intervé la incertesa. S'introdueixen les metodologies pròpies de la simulació per al disseny i la manipulació dels models esmentats i es proporcionen a l'alumne les eines necessàries per a la construcció de models complexos de simulació, i la utilització de llenguatges estàndard per al seu tractament, en els camps de la simulació de sistemes discrets i continus. Es posarà un èmfasi especial en els temes de mostreig, disseny d'experiments i anàlisi de resultats de la simulació.

## Programa

1. Introducció a la Simulació: Sistemes i Models, tipus de simulació: simulació discreta i simulació contínua. Metodologia de la construcció de models de simulació.
2. Conceptes bàsics de Simulació de Sistemes Continus. Aplicacions i exemples.
3. Simulació i aleatorietat: generació de nombres i variables aleatòries. Introducció a la Simulació per mètodes de Monte Carlo: càlcul de superfícies i volums per Monte Carlo.
4. Simulació de Sistemes Discrets. Simulació en FORTRAN, C i altres llenguatges de propòsit general. Llenguatges especialitzats de simulació: la "visió del món" d'un llenguatge de simulació. La simulació en GPSS. Aplicacions i casos pràctics.
5. Tendències actuals de la Simulació. La Simulació Visual Interactiva: introducció al simulador ARENA.
6. Verificació i validació de models de simulació.
7. Processos de mostreig en Simulació. La generació de mostres de variables aleatòries. Tècniques de reducció de la variància. Estratificació.
8. El disseny d'experiments de simulació: Disseny factorials. Estratègies de disseny. Superfícies de resposta. Metamodels.
9. L'anàlisi de resultats: Comportament del transitori i de l'estat estacionari. Mètodes d'anàlisi: mitjanes per a lots, mètodes regeneratius, anàlisi espectral, mètodes autorregressius, jackknifing, Sèries Temporals.
10. Exemples d'aplicació de la simulació a sistemes industrials, logístics, de gestió, de transport, etc.

## **Coneixements previs necessaris**

Investigació Operativa, Informàtica 1 i 2, Probabilitat i Estadística, Inferència Estadística.

## **Avaluació**

Es realitzarà l'avaluació sobre la base de dos treballs pràctics i una prova.

## **Bibliografia**

### **Referències bàsiques:**

- Banks, J.; Carson, J.S.; Nelson, B.: *Discrete–Event System Simulation*. Prentice Hall, 1999.
- Banks, J. (Editor): *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice*. John Wiley, 1998.
- Fishman, G.S.: *Monte Carlo: Concepts, Algorithms and Applications*. Springer, 1999.
- Law, A.M.; Kelton, W.D.: *Simulation Modelling and Analysis*. 2nd edition. McGraw-Hill, 1991.
- Schriber, T.J.: *An introduction to simulation using GPSS/H*. John Wiley & Sons, 1991.

### **Referències complementàries:**

- Bratley, P.; Fox, B.L.; Schrage, L.E.: *A guide to simulation*. 2nd edition. Springer-Verlag, 1987.
- Karian, Z.A.; Dudewicz, E.J.: *Modern Statistical, Systems and GPSS Simulation*. CRC Press, 1999.
- Kelton, D.W.; Sadowski, R.P.; Sadowski, D.A.: *Simulation with ARENA*. McGraw Hill, 1997.
- Kleijnen, J.: *Simulation. A statistical perspective*. Wiley, 1992.
- Pidd, M.: *Computer Modeling in Management Science*. 3rd edition. John Wiley & Sons, 1992.



## 5. PROGRAMES DE LES ASSIGNATURES OPTATIVES

---





# 1r QUADRIMESTRE

---

# ANÀLISI DE SUPERVIVÈNCIA

---

**CODI:** 26324

**Càrrega docent:** 6 crèdits

**Professora coordinadora:** Guadalupe Gómez Melis

## Objectius del curs

L'anàlisi de la supervivència s'utilitza en molts camps per analitzar dades que representin la durada entre dos esdeveniments. També es coneix com anàlisi de la història dels esdeveniments (*event history analysis*), anàlisi de temps de vida (*lifetime data analysis*), anàlisi de fiabilitat (*reliability analysis*) i anàlisi del temps fins a l'esdeveniment (*time to event analysis*).

Una característica clau que distingeix l'anàlisi de la supervivència d'altres àrees de l'estadística és que les dades de supervivència estan generalment censurades i de vegades truncades. La censura esdevé quan la informació de què es disposa per alguns individus és incompleta i això pot succeir per diversos motius.

El curs d'anàlisi de la supervivència engloba un seguit de procediments i tècniques per analitzar dades censurades i/o truncades i quan la hipòtesi de normalitat no és adequada.

Aquesta assignatura, tot i que s'enfoca sobretot des del punt de vista de les aplicacions en la medicina, en la salut pública i en l'epidemiologia, té aplicació directa en altres disciplines com ara en els estudis econòmics, en les ciències actuàries, en l'enginyeria i en els estudis demogràfics.

L'objectiu del curs és, d'una banda, desenvolupar el marc teòric propi de l'anàlisi de la supervivència i de l'altra, posar en pràctica els coneixements adquirits mitjançant l'ús d'un paquet estadístic (S-PLUS).

## Programa

1. Conceptes bàsics i models
2. Tipus de censura i truncament
3. Inferència no paramètrica per a una mostra
4. Comparació de dues o més poblacions
5. Models paramètrics i regressió
6. Model de Cox

## Avaluació

L'avaluació es realitzarà a partir dels següents elements:

- Entrega de problemes al llarg del quadrimestre
- Pràctica amb S-PLUS
- Examen final



## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Collett, D. (1994). *Modelling survival data in medical research*. Chapman and Hall, New York
- Klein, J.P., Moeschberger, M.L. (1997). *Survival Analysis. Techniques for censored and truncated data*. Springer, New York.
- Kleinbaum, D.G. (1996). *Survival Analysis. A self-learning text*. Springer-Verlag, New York.
- Parmar, M.K.B., Machin, D. (1995). *Survival Analysis. A practical approach*. Wiley
- Venables, W.N., Ripley, B.D. (1994) *Modern applied statistics with S-Plus*. Springer-Verlag, New York.

### Referències complementàries:

- Cox, D.R., Oakes D. (1984). *Analysis of survival data*. Chapman and Hall, New York.
- Gómez, G., Canela, M.A. (1994). *Fiabilidad Industrial*. Col.lecció Politext. Edicions UPC, Barcelona.
- Kalbfleish, J.D., Prentice, R.L. (1980). *The statistical analysis of failure time data*. Wiley, New York.
- Lawless, J.F. (1982). *Statistical models and methods for lifetime data*. Wiley, New York.
- Lee, E.T. (1992). *Statistical methods for survival data analysis*. Wiley, NeYork.

# ESTADÍSTICA OFICIAL

---

**CODI:** 26327

**Càrrega docent:** 6 crèdits

**Professor coordinador:** Daniel Jordà i Martínez

## Objectius del curs

El curs pretén familiaritzar l'alumnat amb les fonts d'informació estadística que descriuen l'entorn demogràfic, econòmic i social a Catalunya. S'incideix de manera especial en els aspectes legals, els procediments i les metodologies que són característics de l'activitat al si dels instituts d'estadística oficial.

## Programa

- 1. Estadística oficial:** Activitat estadística. Tipologia estadística: estadística instrumental i estadístiques temàtiques (demogràfiques, econòmiques i socials). Nomenclatures i classificacions. Secret estadístic.
- 2. Sistema estadístic de Catalunya:** El sistema estadístic català. L'Idescat. Coordinació de sistemes estadístics: l'INE i l'Eurostat.
- 3. Metodologia de les operacions estadístiques:** Producció estadística: censos, registres administratius, enquestes i síntesis comptables. Depuració, validació i imputació de les dades. Elevació i estimació de resultats. Difusió de la informació estadística.
- 4. Estadístiques demogràfiques:** Conceptes bàsics. Fluxos de població. Estadística de població. Censos i padrons. Estadística de llars i famílies. Projeccions demogràfiques.
- 5. Estadístiques del mercat de treball:** Conceptes bàsics. Enquesta de població activa (EPA). Altres fonts: INSS, atur registrat.
- 6. Estadístiques econòmiques:** Conceptes bàsics. Anàlisi estructural i anàlisi conjuntural. La mesura dels fenòmens econòmics: nivells, índexs i taxes. Valoració nominal i valoració real. Estadístiques per sectors d'activitat econòmica: sectors agrari, industrial, de la construcció, i de serveis. Estadístiques de demanda: consum, inversió i sector exterior. Estadístiques de preus i salaris. Estadístiques comptables: sistema de comptabilitat nacional i taules input-output. La comparació d'estadístiques a nivell internacional.
- 7. Estadístiques socials:** La producció d'estadístiques socials en el sistema estadístic català. El CIS. Estadístiques de la salut i la sanitat. Estadístiques de l'ensenyament, de l'ús del temps i del lleure. Estadístiques dels serveis socials. Estadística de la justícia, la seguretat ciutadana i la protecció civil. Estadístiques de medi ambient. Estadístiques electorals.

## Avaluació

L'avaluació es durà a terme mitjançant un examen al final del curs. Complementàriament es contempla la possibilitat de realitzar treballs dirigits pel professor de l'assignatura que completin la qualificació de l'examen. En tot cas, els alumnes que es presentin a la convocatòria oficial s'examinaran de la totalitat del programa.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Costa, À.; Rovira, C.: *Fonts d'estadística econòmica i social de Catalunya*. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2000 (en premsa).
- Giner, Salvador (dir.): *La societat catalana*. Barcelona: Institut d'Estadística de Catalunya, 1998.
- Institut d'Estadística de Catalunya: *Anuari Estadístic de Catalunya*. Barcelona, publicació anual.
- Llei 23/1998, de 30 de desembre, d'estadística de Catalunya.
- Llei 9/1996, de 15 de juliol, del pla estadístic de Catalunya 1997-2000. BOE 21/8/96, núm. 202, pàg. 25593. DOGC 24/7/96, núm. 2234, pàg. 7461.

### Referències complementàries:

- Instituto Nacional de Estadística: *Anuario Estadístico de España*. Madrid, publicació anual.
- Casco, J.A.: *Estadística oficial i coordinació del sistema estadístic català*. Qüestió, vol. 18, núm. 1. Institut d'Estadística de Catalunya, 1994.
- *Estadísticas básicas de la Unión Europea*. Eurostat, Luxemburg, publicació anual.
- Jordà, D.; Muñoz, J.: *Fonts estadístiques macroeconòmiques de l'economia catalana*. Revista Econòmica de Catalunya, núm. 25, Col·legi d'Economistes de Catalunya, 1994.

### Altres referències:

- Web de l'Institut d'Estadística de Catalunya (<http://www.idescat.es>)

# OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2

---

**CODI:**

**Càrrega docent:** 7,5 crèdits

**Professor coordinador:** Narcís Nabona Francisco

## Objectius del curs

- Completar els coneixements d'Optimització Contínua (adquirits a Optimització Contínua 1) per tal d'aplicar-los a la resolució de problemes reals (d'alta dimensionalitat).
- Justificar l'eficiència computacional dels algorismes que es presenten.
- Comprendre part de les propietats dels algorismes mitjançant l'experimentació computacional emprant programes ja desenvolupats per resoldre problemes escollits.
- Adquirir pràctica en l'ús de les eines professionals de l'Optimització Contínua.
- Entrar en contacte amb problemes reals d'Optimització Contínua.

## Programa

### 1. Minimització sense constriccions

Mètodes quasi-Newton (o de la secant) que actualitzen la inversa de l'hessiana: Propietats de convergència local dels mètodes quasi-Newton. Correcció de rang u. Deducció de la fórmula DFP. Aplicació a una funció quadràtica. Aplicació a una funció qualsevol.

Actualització de factoritzacions quan s'afegeixen o s'ostreuen matrius de rang u: Operacions necessàries per factoritzar una matriu simètrica. Actualització en afegir una matriu de rang u: fórmula de Powell-Fletcher. Actualització en sostreure una matriu de rang u: fórmula de Gill-Murray.

Mètodes quasi-Newton (o de la secant) que actualitza l'hessiana: Interpretació de l'equació quasi-Newton per a funcions qualssevol. Fórmula de Broyden. Fórmula PSB. Actualitzacions secants definides positives: fórmula BFGS. La família Broyden. Invariància i mètrica. Aplicació a problemes amb constriccions lineals.

Mètodes de regió de garantia: Concepte i equació de la regió de garantia. Corba de ganxo. Solucions aproximades: la pota de gos i la doble pota de gos. Convergència. Actualització del radi de la regió de garantia.

### 2. Minimització amb constriccions qualssevol

Mètodes de penalització i barrera: Convergència local d'aquests mètodes. Aplicació del mètode del gradient conjugat parcial. Barrera logarísmica per a fites simples. Penalitzacions exactes.

Mètodes duals: Dualitat local. Dualitats convexa i parcial. Convergència. Lagrangianes augmentades i actualització de multiplicadors i del paràmetre de penalització.

Mètodes de Lagrange: Definició. Mètodes directes i funció de mèrit senzilla. Mètodes de 1r ordre.

Mètodes de Newton modificats. Mètodes estructurats. Actualització de multiplicadors. Lagrangianes projectades.

### 3. Minimització amb constriccions lineals

.Mètode primal-dual de punt interior per a programació quadràtica (i lineal): Barrera logarítmica de les fites. Lagrangiana dels problemes barrera primal i dual i el seu gradient. Mètode de Newton. Camí central primal-dual. Gap de dualitat i convergència. Algorisme i implementació. El cas particular de la programació lineal. Cost computacional.

.Actualització de factoritzacions de bases quan canvien les columnes: Matrius de permutació i matrius eta i factorització. Procediments BTRAN i FTRAN. Refactoritzacions. Actualització d'una factorització quan canvia una columna de la base. Mètodes de Bartels-Golub, de Forrest-Tomlin, de Reid i de Saunders.

## Pràctiques

Es realitzaran pràctiques que consistiran en la utilització de programes i paquets ja desenvolupats i una pràctica de desenvolupament, a partir de la llibreria de rutines disponibles, d'un dels algorismes d'optimització estudiats. S'haurà de codificar un problema real d'optimització sense constriccions i un problema real d'optimització amb constriccions qualssevol.

## Coneixements previs necessaris

Optimització Contínua 1.

## Avaluació

Hi haurà dos exàmens de teoria i problemes (70% de la nota) i pràctiques computacionals (30% de la nota).

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Dennis, J.E. ; Schnabel, R.B. *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*. Ed. Prentice Hall. 1983.
- Duff, I.S. et al. *Direct Methods for Sparse Matrices*. Ed. Oxford Clarendon Press. 1989.
- Gill, P.E.; Murray, W. ; Wright, M.H. *Practical Optimization*. Ed. Academic Press. 1981.
- Luenberger, D.G. *Linear and Nonlinear Programming*. Ed. Addison-Wesley Publ. Co. 1984.
- Vanderbei, R.J. *Linear Programming. Foundations and Extensions*. Kluwer Academic Press. 1996

### Referències complementàries:

- Bertsekas, D.P. *Nonlinear Programming*. Ed. Athena Scientific, Belmont, MA., USA, 1995.
- Chvátal, V. *Linear Programming*. W.H. Freeman and Co. New York., 1980.
- Fletcher, R.: *Practical Methods of Optimization*. Ed. John Wiley & Sons. 1987.
- Gill, P.E. et al. *Numerical Linear Algebra and Optimization*. Ed. Addison-Wesley, 1991.
- Harwell Subroutine Library. *A Catalogue of Subroutines*. Harwell Laboratory, Oxfordshire, 1989.
- Murtagh, B.A. ; Saunders, M.A. *MINOS 5.0 User's Guide*. Dept. of Operations Research, Stanford University, CA 94305, USA. 1983.



## **2n QUADRIMESTRE**

---

# APLICACIONS DE L'ESTADÍSTICA A LES CIÈNCIES DE LA SALUT

---

**CODI:** 26332

**Càrrega docent:** 6 crèdits

**Professor coordinador:** Erik Cobo Valeri

## Objectius del curs

Els objectius bàsics de l'assignatura són aprofundir en les eines estadístiques que habitualment s'utilitzen en les ciències de la salut, especialment en el camp de l'epidemiologia i de l'assaig clínic, ja que són els camps que demanen un major nombre de titulats en estadística.

Mentre que a la Diplomatura d'Estadística aquesta assignatura se centra especialment en el desenvolupament de les habilitats necessàries per al tractament usual de les eines estadístiques, aquesta assignatura de la Llicenciatura pretén dotar l'alumne d'un raonament més general que li permeti resoldre un ventall més ampli de problemes.

Pel seu caràcter d'assignatura pràctica i aplicada, es tractarà d'utilitzar els coneixements adquirits en altres assignatures per a la resolució de problemes en aquest camp.

Els temes i les metodologies que es pretenen desenvolupar són:

- I. **Aplicació de la modelització i ajustament estadístic en epidemiologia.** Per a l'estimació dels efectes negatius d'una certa exposició no es ètic recorre al disseny d'experiments, raó per la qual es sol recorre a l'ajustament matemàtic. En aquest apartat es pretén exposar, utilitzar i comparar les eines clàssiques d'estratificació i ponderació amb les modernes de modelització, aquestes últimes ja vistes a les assignatures de model lineal generalitzat i models de supervivència.
- II. **Aplicació del disseny d'experiments en farmacologia.** Per a l'estimació dels possibles efectes positius d'una nova intervenció terapèutica, és, en canvi, possible, dins de certes limitacions ètiques, recorre al disseny d'experiments. En aquesta part de l'assignatura es pretén estudiar, dins el marc general de l'anàlisi de la variança, les possibilitats dels models mixtos, amb factors fixos i aleatoris.
- III. **Aplicació de la teoria de la decisió en salut pública.** Un cop estimat l'efecte d'una certa exposició resta per avaluar conjuntament els costos i els beneficis de les intervencions. En aquest punt de l'assignatura es tracta d'estudiar l'aplicació de (1) la teoria de la probabilitat a la capacitat discriminatòria d'un indicador, (2) les eines multivariants per construir mesures globals de l'eficiència i (3) les teories de decisió amb probabilitats i de decisió multicriteri.

**Metodologia docent:** es pretén entrenar l'alumne en la solució de problemes. Per aquesta raó, es presentarà una situació real ("*cas pràctic*"), que s'haurà que solucionar, començant per la recerca, en la bibliografia, dels models teòrics i acabant per la seva aplicació al problema en estudi.



## Programa

- 1) **De la inferència estadística a la inferència causal.** Principi de generabilitat i paper de l'extracció aleatòria dels elements de la mostra. Definició de l'efecte causal. Premisses necessàries per a la imputació causal. Paper de l'ajustament. Paper de l'assignació aleatòria de la causa en estudi. Restriccions ètiques. Tipus de dissenys en ciències de la salut.
- 2) **Aplicació del model lineal general. Ús de la regressió per a l'ajustament.** Cas pràctic. Conseqüències de la colinealitat. Tipus de sumes de quadrats. Solucions pràctiques.
- 3) **Aplicació dels models lineals generalitzats (I). Ús dels models loglineals per a l'ajustament.** Cas pràctic. Comparació amb els resultats dels estadístics de Cochran-Mantel-Haenszel per a dades estratificades.
- 4) **Aplicació dels models lineals generals (II). Ús de la regressió logística per a l'ajustament.** Cas pràctic. Comparació amb els resultats dels estadístics de Mantel-Haenszel per a dades ordinals.
- 5) **Aplicació del disseny d'experiments (I). Assignació a grups dels tractaments i efectes contaminats (*cluster randomized trials*).** Cas pràctic.
- 6) **Aplicació del disseny d'experiments (II). Dissenys replicats. Establiment d'equivalència individual.** Cas pràctic.

## Coneixements previs necessaris

Model lineal general i generalitzat, supervivència, disseny d'experiments, anàlisi de la variança amb efectes aleatoris.

## Avaluació

Realització, presentació i defensa individual de casos pràctics realitzats en grup durant el curs (40%); resolució de tres proves curtes durant el curs (30%) i una prova final (30%).

## Bibliografia

### Referències bàsiques

- Clayton D and Hills M. *Statistical models in epidemiology*. Oxford, Oxford, 1993.
- Fenstein, A.R. *Clinical Epidemiology, The architecture of clinical research*. Saunders, Philadelphia, 1997.
- Lindsey, J. *Models for repeated measurements*. Oxford, Oxford, 1993.

# ESTADÍSTICA NO PARAMÈTRICA

---

**CODI:** 26333

**Càrrega docent:** 6 crèdits

**Professor coordinador:** Pedro Delicado Useros

## Objectius del curs

Quan acabi el curs, l'estudiant coneixerà les eines teòriques i pràctiques per dur a terme estimacions no paramètriques de les funcions de densitat i de regressió univariants. Sabrà com aplicar aquestes tècniques a problemes habituals com ara la descripció de dades o l'anàlisi discriminant. Coneixerà les tècniques de remostratge més habituals i la seva utilitat en problemes d'estimació per intervals de confiança i en tests d'hipòtesi. Serà capaç de fer-les servir en models estadístics de complexitat mitjana, com ara el model de regressió, models de resposta binària, sèries temporals univariants o dades de supervivència.

## Programa

### Primera part: Estimació no paramètrica de corbes

1. **Introducció.** Alguns exemples.
2. **Estimació de la densitat.** Revisió del estimadors habituals. Criteris d'avaluació d'un estimador. Propietats dels estimadors nucli. Influència del paràmetre d'assuaujament a l'estimació. Estimadors de densitats multivariants. Algunes aplicacions de l'estimació de densitats.
3. **Estimació de la funció de regressió.** Assuaujament d'un núvol de punts. Alguns mètodes clàssics. Criteris d'avaluació d'un estimador. Estimadors nucli. Polinomis locals. Estimadors spline. Xarxes neurals. Estimació amb més d'una variable explicativa. Algunes aplicacions de l'estimació de la regressió.
4. **Selecció del paràmetre d'assuaujament.** Criteris assimptòtics. Mètodes de substitució. Validació creuada. Paràmetre d'assuaujament variable.

### Segona part: Mètodes de remostratge.

5. **Introducció.** La funció de distribució empírica. Valors crítics d'un test basats en simulació.
6. **Proves de permutacions.** Introducció. El problema de dues mostres. Proves d'independència.
7. **Validació Creuada i jackknife.** Estimadors jackknife. Validació creuada. Estimació del biaix d'un estimador. Error de predicció en regressió i classificació.
8. **Metodologia Bootstrap.** Introducció: Bootstrap no-paramètric. Bootstrap paramètric i bootstrap suavitzat. Intervals de confiança bootstrap. Proves d'hipòtesis basades en bootstrap. Estructures de dades complexes. Aplicacions.

## Coneixements previs necessaris

Les següents assignatures del primer curs de la LCTE: *Probabilitat i Processos Estocàstics, Inferència i Decisió*. És convenient conèixer algun paquet estadístic o un entorn de programació (S-plus o Matlab, per exemple).

## Avaluació

Es faran dues pràctiques, una per cada part del curs, amb dades reals o simulades (30% de la qualificació global). Hi haurà un examen final global de l'assignatura (70% de la qualificació global). La resolució d'exercicis proposats a classe afectarà positivament la nota final.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Efron, B. and Tibshirani, R.J. (1993) *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman & Hall.
- Härdle, W. (1990) *Applied Non-parametric Regression*. Oxford Univ. Press.
- Manly, B.F.J. (1997) *Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology, Second edition*, Chapman & Hall.
- Simonoff, J.S. (1996) *Smoothing Methods in Statistics*. Springer.
- Wand, M.P. and M.C. Jones (1995). *Kernel Smoothing*. Chapman and Hall.

### Referències complementàries:

- Davison, A.C. and Hinkley, D.V. (1997) *Bootstrap Methods and their Applications*. Cambridge Univ. Press.
- Eubank, R. L. (1999) *Nonparametric Regression and Spline Smoothing*. Marcel-Decker.
- Fan, J. and Gijbels, I. (1996) *Local Polynomial Modeling and its Applications*. Chapman & Hall.
- Scott, D.W. (1992). *Multivariate Density Estimation*. New York: J. Wiley.
- Silverman, B.W. (1986) *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Chapman & Hall.

# MODELITZACIÓ ESTADÍSTICA AVANÇADA

---

**CODI:** 26317

**Càrrega docent:** 6 crèdits

**Professor coordinador:** Josep Ginebra Molins

## Objectius del curs

Fer un recorregut pels models estadístics més utilitzats, insistint en com i quan convé fer-los servir. Es partirà de la base que l'estudiant coneix el model lineal i s'aniran presentant models alternatius, tot explicant les hipòtesis que fan, com s'ajusten, com es fa la inferència, com es validen i com s'interpreten i s'utilitzen per fer prediccions. Durant tot el curs s'intercalarà contínuament la teoria amb l'anàlisi de dades i l'ajust dels diferents models fent servir S-Plus. És un curs eminentment aplicat en el que al alumne acaba reconeixent les situacions en què s'aplica cada un dels models i aprèn a ajustar-los i a interpretar-ne els ajustos.

## Programa

1. **Introducció:** Models estadístics i models deterministes. Etapes per a la construcció d'un model.
2. **Models lineals:** Hipòtesi del model i les limitacions que té. Estimació dels paràmetres per mínims quadrats. Inferència. Validació del model. Selecció del model. Predicció. Interpretació. Transformacions. Regressió robusta i regressió esbiaixada. Models lineals Bayesianes i models d'efectes aleatoris. Disseny d'experiments i models lineals.
3. **Introducció a S-Plus**
4. **Models lineals generalitzats:** Hipòtesi del model. Estimació. Inferència i anàlisi de la deviança. Validació del model. Selecció del model. Predicció i interpretació. Models per a dades binàries. Models per a dades politòmiques. Models per comptetjos i taules de contingència. Sobredispersió. Disseny d'experiments i models lineals generalitzats.
5. **Models no lineals:** Hipòtesi del model. Estimació. Inferència. Validació del model. Selecció del model i proves de falta d'ajust. Predicció. Models per a corbes de creixement. Models compartimentals. Disseny d'experiments i models no lineals. Models no lineals generalitzats.
6. **Models no paramètrics:** Hipòtesi del model. Regressió *kernel*. Regressió polinòmica local. *Smoothing splines*. Elecció d'amplada de banda i complexitat; Compromís entre biaix i variança. El problema per més d'una variable explicativa. Models additius i models additius generalitzats. *Projection pursuit*. Regressió basada en estructures d'arbre. *Wavelets*. Xarxes neuronals. Graus de llibertat equivalents. Models semiparamètrics.
7. **Models per durada de vida:** Models paramètrics. Model semiparamètric de Cox.
8. **Models de sèries temporals:** Anàlisi espectral. Models ARIMA univariants. Models per a sèries temporals multivariants. Regressió dinàmica. Models per a dades longitudinals.
9. **Models per a l'estadística espacial:** Interpolació espacial. *Smoothing splines* a l'espai. Models basats en processos puntuals.

## Avaluació

Com a part del treball de l'assignatura, al final dels capítols 2, 4, 5 i 6 es plantejarà una pràctica en la qual s'haurà d'ajustar models a dades i presentar-ne els resultats per escrit. La nota de l'assignatura es determinarà d'acord amb la nota d'un examen final i la nota obtinguda a les quatre pràctiques.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Bates, D.M.; Watts, C.J.: *Nonlinear Regression Analysis and its applications*. Wiley, 1988.
- Chambers, J.M.; Hastie, T.J.: *Statistical Models in S*. Wadsworth and Brooks/Cole, 1992.
- Hastie, T.J.; Tibshirani, R.J.: *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall, 1990.
- McCullagh, P.; Nelder, J.A.: *Generalized Linear Models*. 2nd edition. Chapman and Hall, 1989.
- Venables, W.N.; Ripley, B.D.: *Modern Applied Statistics with S-Plus*. 3rd edition. Springer Verlag, 1999.

### Referències complementàries:

- Brockwell, P.J.; Davis, R.A.: *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer Verlag, 1996.
- Cressie, N.: *Statistics for Spatial Data*. Wiley, 1993.
- Draper, N.R.; Smith, H.: *Applied Regression Analysis* 2nd edition. Wiley, 1981
- Fan, J.; Gijbels, I.: *Local Polynomial Modelling and its Applications*. Chapman Hall, 1996.
- Ripley, B.D.: *Pattern Recognition and Neural Networks*. Cambridge University Press, 1996.

### Altres referències:

- Carroll, R.J.; Ruppert, D.: *Transformation and Weighting in Regression*. Chapman Hall, 1988.
- Cox, D.R.; Oakes, D.: *Analysis of Survival Data*. Chapman Hall, 1984.
- Diggle, P.J.; Liang, K.Y.; Zeger, S.L.: *Analysis of Longitudinal Data*. Oxford University Press, 1994.
- Hertz, J.; Krogh, A.; Palmer, R.G.: *Introduction to the Theory of Neural Computation*. Addison Wesley, 1991.
- Huet, S.; Bouwer, A.; Gruet, M.A. i Jolivet, E.: *Statistical Tools for Nonlinear Regression*. Springer Verlag, 1996.
- Upton, G.J.G.; Fingleton, B.J.: *Spatial Data Analysis by Example* (vols I i II). Wiley, 1985.

# TÈCNIQUES DE MINERIA DE DADES

---

**CODI:** 26334

**Càrrega docent:** 6 crèdits

**Professor coordinador:** Tomàs Aluja Banet

## Objectius del curs

El *data mining* és una disciplina a cavall de l'estadística, les tècniques de bases de dades, el reconeixement de patrons, *machine learning* i altres àrees. La seva filosofia és aprofitar les bases de dades per descobrir relacions i per crear hipòtesis d'interès per als seus propietaris. L'objectiu del curs és explicar i posar en pràctica els elements centrals del procés del *Knowledge Discovery in Databases*, KDD. La conversió de dades en informació per a la presa de decisions serà, segurament, l'aportació estadística més rellevant en els propers anys.

L'aprenentatge es farà seguint la metodologia dels casos. La meitat de les classes es faran a l'aula d'informàtica i es dedicaran a l'anàlisi de conjunts de dades complexes provinents de problemes reals.

Aquest any, aquesta assignatura s'impartirà conjuntament amb l'assignatura de Tècniques de Classificació i Discriminació de l'Enginyeria d'Informàtica.

## Programa

### 1. La naturalesa de la mineria de dades

- 1.1 El procés d'aprendre de les dades
- 1.2 La mineria de dades i el *datawarehouse*
- 1.3 Els problemes de la mineria de dades i les tècniques

### 2. Regles d'associació

- 2.1 Caracterització automàtica de subpoblacions. El v-test.
- 2.2 *Market basket analysis*

### 3. Tècniques de classificació

- 3.1 Mètodes de partició directa
- 3.2 Mètodes jeràrquics
- 3.3 Mètodes mixtos

### 4. Tècniques de discriminació

- 4.1 Discriminació lineal
- 4.2 Discriminació amb variables qualitatives
- 4.3 Discriminació no paramètrica

## 5. Arbres de decisió per a classificació i regressió

- 5.1 Antecedents històrics, AID, CHAID
- 5.2 CART i mètodes derivats
- 5.3 Mètodes basats en teoria de la informació

## 6. Xarxes neuronals

- 6.1 Discriminació logística
- 6.2 El perceptró multicapa
- 6.3 La retropropagació de l'error

## Avaluació

L'avaluació de l'assignatura es fa a partir de la nota obtinguda en les tres pràctiques realitzades durant el curs (30%), més la qualificació obtinguda en una pràctica final (70%). Aquesta pràctica ha de ser defensada públicament davant de la classe.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Berry, M.J.A. Linoff, G. (1997) *Data Mining Techniques, for marketing, sales and customer support*. John Wiley.
- Bishop, C. M. (1995) *Neural Networks for Pattern Recognition*. Clarendon Press. Oxford.
- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A., Stone, C.J.(1984). *Classification and Regression Trees*. Wadsworth
- Lebart, L. Morineau, A., Piron M. (1995). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Dunod
- Hand D.J. (1997) *Construction and Assessment of Classification Rules*. J. Wiley.

### Referències complementàries:

- Chambers, J.H. i Hastie, T.J. (1992). *Statistical Models in S*. Wadsworth. Capítol 7, (Generalized Additive Models), Capítol 8, (Local Regression Models), i Capítol 9, (Tree based methods).
- Cyos, K., Pedyioz, W. I Swiniaski, R. (1998) *Data Mining. Methods for Knowledge Discovery*. Kluwer.
- Fine, T.L. (1999) *Feedforward Neural Network Methodology*. Springer Verlag
- Gallant, S.I. (1993). *Neural Network Learning and Expert Systems*. MIT Press
- Hastie, T.J. i Tibshirani, R.J. (1990) *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall
- Hertz, J., Krogh, A. i Palmer, R.G. (1991). *Introduction to the Theory of Neural Computation*. Addison Wesley
- Lauritzen, S. (1992) *Graphical Models*. Oxford: Clarendon Press
- McLahan G.J. (1992) *Discriminant Analysis and Statistical Pattern Recognition*. J. Wiley.
- Pao, Y-H (1989) *Adaptative Pattern Recognition and Neural Networks*. Addison-Wesley.
- Ripley, B.D. (1995) *Pattern Recognition and Neural Networks*. Cambridge University Press.

# TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS

---

**CODI:** 17503

**Càrrega docent:** 7,5 crèdits

**Professor coordinador:** Josep Masdemont Soler

**Altres professors:** Francesc Planas Vilanova

## Objectius del curs

L'objectiu del curs és introduir els mètodes matemàtics per a la valoració dels productes financers moderns. El curs consta de tres parts diferenciades. La primera part està dedicada a descriure els productes financers i la seva valoració usant arbitratge. En la segona part es dona la fonamentació matemàtica pels processos discrets. Finalment, en la tercera part, es tracten els processos continus, per acabar presentant l'entorn Black-Scholes. Per a això cal introduir nocions bàsiques del càlcul diferencial estocàstic.

## Programa

### 1. PRODUCTES FINANCERS I ARBITRATGE

- Introducció als futurs i opcions. Arbitratge.
- Cobertura amb futurs i opcions.
- Preus forward i futurs.
- Futurs sobre tipus d'interès. Swaps
- Propietats dels preus de les opcions sobre accions.

### 2. MODELS DISCRETS

- El model d'arbre binomial. Probabilitat de risc neutral.
- Formalisme per als mercats discrets. Informació, mesurabilitat i filtracions.
- Estratègia de carteres i autofinançament.
- Esperança condicional. Teorema de Kolmogorov. Martingales.
- El Teorema de representació binomial. Rèplica autofinançada.

### 3. MODELS CONTINUS

- Passeig aleatori i obertura als mercats continus. Moviment Brownià.
- Integral i Càlcul de Itô. Equacions Diferencials Estocàstiques.
- Teoremes de canvis de mesura.
- Estratègies contínues autofinançades.
- Model i fórmula de Black-Scholes.

## Coneixements previs necessaris

Totes les assignatures obligatòries de 1r cicle.



## Avaluació

Prova parcial i examen final.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Baxter, M.; Rennie, A. *Financial Calculus*. Cambridge University Press. 1996.
- Dothan, M. *Prices in Financial Markets*. Oxford University Press. 1990.
- Hull, J. *Options, Futures and Other Derivative Securities*. Prentice Hall. 1993.
- Lamberton, D.; Lapeyre, B. *Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance*. Chapman & Hall. 1997.
- Wilmott, P.; Dewynne, J.; Howison, S. *Option Pricing*. Oxford Financial Press. 1997.

### Referències complementàries:

- Ikeda, N.; Watanabe, S. *Stochastic Differential Equations and Diffusion Processes*. North Holland. 1989.
- Kloeden, P.; Platen, E.; Schurz, H. *Numerical Solution of SDE Through Computer Experiments*. Ed. Springer Verlag. 1994.
- Rogers, L.; Williams, D. *Diffusions, Markov Processes, and Martingales: Itô Calculus*. Wiley & sons. 1987.
- Williams, D. *Probability with Martingales*. Cambridge University Press. 1997.
- Wilmott, P.; Dewynne, J.; Howison, S. *The Mathematics of Financial Derivatives*. Cambridge University Press. 1997.



## 6. ASSIGNATURES ESPECÍFIQUES DE LLIURE ELECCIÓ DE LA FME

---





# 1r QUADRIMESTRE

---

# HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA

---

**CODI:** 50003

**Càrrega docent:** 7,5 crèdits

**Professor coordinador:** Francesc X. Barca Salom

**Altres professors:** Antoni Roca Rosell

## Objectius del curs

Les assignatures d'història de la ciència i de la tècnica volen contribuir a la formació integral de l'estudiant proporcionant-li elements de cohesió intel·lectual i possibilitant un coneixement més complet de les disciplines pròpies de les carreres científiques i tècniques. Aquesta assignatura està formada per dos cursos monogràfics, un dels quals es refereix especialment a la història de les matemàtiques. El segon té un caràcter més ampli i posa de manifest l'aspecte dinàmic del desenvolupament científic i tècnic, així com les seves influències recíproques que hi ha amb els altres aspectes de la vida humana.

## Programa

### 1. Els tres problemes especials de la geometria grega

L'empirisme prehelènic i el "miracle grec". L'aritmogeometria pitagòrica. El descobriment dels incommensurables. Les paradoxes de Zenó. La teoria de les proporcions d'Eudox. Els tres famosos problemes de la geometria grega: la trisecció de l'angle, la quadratura del cercle i la duplicació del cub.

### 2. Enginyeria i societat a Catalunya i Espanya (segles XVIII-XX)

Els primers tècnics civils: les escoles i les càtedres de la Junta de Comerç. L'acció de l'Estat: l'Escola d'Enginyers de Camins. Antecedents: el sistema estatal francès i l'École Polytechnique. L'alternativa: l'École Centrale d'Arts et Manufactures. Creació de l'enginyeria industrial a Espanya. Enginyers d'estat i enginyers d'empresa. Les noves especialitats tècniques en el segle XX.

## Avaluació

Exàmens a meitat curs, exàmens finals, recensió individual d'un llibre i presentació d'un treball monogràfic fet en equip.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Alsina, C. ... [et. al.]: *Ciència i tècnica als Països Catalans. Una aproximació biogràfica*. Fundació Catalana per a la Recerca, Barcelona, 1995.
- Boyer, C.B.: *Historia de la matemática*, Alianza Editorial, Madrid, 1986.
- Euclid: *The Thirteen Books of Euclid's Elements*. Dover, New York, 1956.
- *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, vol. 1 i 2. Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials, Barcelona, 1996, 1997.
- Heath, T.L.: *A History of Greek Mathematics*, 2 vol., Dover, New York, 1981.

### Referències complementàries:

- Garrabou, R.: *Enginyers Industrials, modernització econòmica i burgesia a Catalunya*. Ed. L'Avenç, Barcelona, 1982.
- Kats, V. *A History of Mathematics*, Harper Collins College Publisher, 1993.
- Kline, M.: *El pensamiento matemático de la antigüedad a nuestros días*, (3 vol.), Alianza, Madrid, 1992.
- Roca, A.; Sánchez Ron, J.M.: *Esteban Terradas: ciencia y técnica en la España contemporánea*, Serbal, Barcelona, 1990.
- Seminario Orotava de Historia de la Ciencia: *Historia de la Geometría griega*, Consejería de Educación del Gobierno de Canarias, 1994.

# TALLER DE GEOMETRIA

---

**CODI:** 50004

**Càrrega docent:** 7,5 crèdits

**Professor coordinador:** Claudi Alsina Català

**Altres professors:** Joan Jacas Moral, Amadeu Monreal Pujades, Jaume-Lluís Garcia Roig

## Objectius del curs

Les activitats d'aquest curs estan destinades a viure, conèixer i descobrir el món de la Geometria plana i espacial, el seu context cultural, les seves aplicacions i els aspectes més creatius.

Les activitats incorporaran mitjans audiovisuals (retroprojector, vídeo), cibernètics i materials manipulatius i models sobre els quals es pot construir un aprenentatge actiu de la Geometria.

## Programa

### A. Sessions experimentals

1. TALLER DE GEOMETRIA. Presentació.
2. POLIGOLÀNDIA. Polígons. Classificacions. Propietats mètriques en triangles i quadrilàters.
3. POLÍMINOS. n-ominos. Problemes amb n-ominos. Hemaminos i diamants.
4. CONSTRUCCIONS AMB REGLE I COMPÀS. Quadratures. Duplicació. Inscripció de polígons. Trisecció. Construccions mètriques.
5. NOMBRES CONSTRUÏBLES. Nombres reals construïbles.  $\sqrt{n}$  Nombre d'or. Proporcions. Divisions congruents o homotètiques.
6. POLÍEDRES 1. Història dels políedres. Concepte de políedre. Classificacions.
7. POLÍEDRES 2. Políedres regulars: Tetràedre. Cub. Octàedre. Dodecàedre. Icosàedre. Deltàedres.
8. POLÍEDRES 3. Políedres d'Arquimedes. Políedres Estelats. Cúpules.
9. PROBLEMES OBERTS. Problemes de Geometria. Cap on va la Geometria?
10. PROJECTE (Treball individual de recerca).

### B. Sessions audiovisuals

1. ESFERA, CILINDRE, CON. Esfera. Cilindre. Con. Característiques mètriques. Seccions. Generacions de formes.
2. GEOMETRIA I TECNOLOGIA. Aplicacions geomètriques actuals relacionades amb la tecnologia. Transformacions.
3. FORMA I CREIXEMENT. Homotècies i semblances. Raons. Formes naturals possibles. Generacions de formes.
4. MESURA I GEOMETRIA. Mesures directes i indirectes. Teorema de Pitàgores aplicat. Trigonometria. Altres geometries.
5. ART I GEOMETRIA. Bellesa-Natura-Art-Geometria. Fibonacci-Escher-Coxeter-Mandelbrot.
6. L'ALHAMBRA DE GRANADA. Els secrets geomètrics de l'Alhambra.
7. PUNTS DE FUGA-PUNTS DE VISTA. Fuga i representació. Teorema de l'observador.
8. PUNTS DE MIRA. Observació. Simetrització. Situació.
9. CÒNIQUES. Llocs geomètrics. El·lipse. Paràbola. Hipèrbola. Traçats i aplicacions.
10. EMPAQUETAMENTS EN 2D I 3D. Cercles i esferes en empaquetaments.



## C. Sessions a l'aula informàtica

1. "MATHEMATICA© ". Introducció. Instruccions
2. Corbes
3. Famílies de corbes
4. Inversió en el pla
5. Porisma de Steiner (1)
6. Porisma de Steiner (2)
7. Transformacions afins
8. Iteració
9. Fractals
10. Treball en equip

Hi haurà 10 sessions de taller, 10 sessions de vídeo i 10 sessions de treball amb ordinador.

## Avaluació

Avaluació continuada sobre la base del treball i la participació, del quadern de treball i del desenvolupament d'un projecte en equip i un projecte individual que es determinaran en cada cas amb els professors del curs.

## Bibliografia

### Referències bàsiques:

- Alsina, C.; García J.L.; Jacas, J.: *Temes clau de geometria*. Publ. Univ. Politècnica de Catalunya, Barcelona, 1992.
- Coxeter, H.S.M.: *Fundamentos de geometría*. Limusa. Wiley, 1971.
- *For all practical purposes. Introduction to contemporary mathematics*. Project director: Solomo Garfunkell. 3rd edition. New York: Freeman, 1994.
- Guillén, G.: *El mundo de los poliedros*. Síntesis, Madrid, 1990.
- Senechal, M.; Fleck, G. editors: *Shaping space. A polyhedral approach*. Birkhäuser, Boston, 1988.

### Referències complementàries:

- Klee, V.; Wagon, S.: *Old and new unsolved problems in Plane Geometry and Number Theory*. MAA, Washington, 1991.
- Martin, G.E.: *Polyominoes. A guide to puzzle and problems in tiling*. MAA, Washington, 1991.
- Pedoe, D.: *La Geometría en el Arte*. Gustavo Gili, Barcelona, 1982.
- Pugh, A.: *Polyhedra. A visual approach*. University California Press, 1990.
- Wolfram, S.: *Mathematica, a system for doing Mathematics by computers*. 2nd edition. Addison-Wesley, 1991.



## 2n QUADRIMESTRE

---

# FER I COMPRENDRE LES ESTRUCTURES: TECNOLOGIA I MATEMÀTICA

---

**CODI:** 50796

**Càrrega docent::** 3 crèdits

**Professor coordinador:** Juan Múrcia Vela

## Objectius del curs

Donar a conèixer la tecnologia d'estructures, bàsica al sector de la construcció i a d'altres. Relacionar les realitzacions d'aquesta tecnologia amb el marc matemàtic associat. Remarcar els aspectes matemàtics que, a més d'altres coses, faciliten la "comprensió estructural".

## Programa

- Revisió dels conceptes bàsics de la mecànica. Breu descripció de les estructures
- Formes de funcionament estructural. Tipologia (segons diversos criteris) i descriptiva general.
- Aplicacions de les estructures. Materials i tècniques estructurals. Projecte, construcció i explotació.
- Introducció a l'anàlisi estructural. Mètodes d'anàlisi en general i relacions existents.
- Estructures de barres (bigues, arcs, etc.), superficials (plaques, làmines, membranes, etc.) i
- massives: descriptiva, aplicacions i funcionament estructural.
- Recapitulació de conceptes. Conclusions, reptes oberts i perspectives de futur.

## Avaluació

Qüestionari teòricpràctic. Treball de curs

## Bibliografía

### Referències bàsiques:

- Housner, G. W.; Vreeland, T. "*The Analysis of Stress and Deformation*".: Macmillan, 1966.
- Leonard, J. W.: "*Tension Structures behavior and analysis*".: McGraw-Hill, 1988.
- Oliver, X.; Agelet de Saracibar, C.: "*Mecánica de medios continuos para ingenieros*". Barcelona: Edicions UPC, 2000.
- Samartín, A.: "*Resistencia de Materiales*". Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1995.
- Timoshenko, S.; Woinowsky-Krieger, S.. "*Teoría de placas y láminas*".: Urmo, 1975.

### Referències complementàries:

- Argüelles Álvarez, R.; Argüelles Bustillo, R. "*Análisis de estructuras: teoría, problemas y programas*".: Fundación Conde del Valle de Salazar, 1996.
- Cardellach, F.: "*Filosofía de las estructuras*".: Librería Agustín Bosch, 1910.
- Fung, Y. C.: "*Foundations of Solid Mechanics*". Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1965.
- Murcia, J.: "*Fundamentos para el análisis de estructuras de hormigón armado y pretensado*".: CSIC, 1987.
- Torroja, E.: "*Razón y ser de los tipos estructurales*". 8a edición. Madrid: Instituto de la Construcción y el Cemento, 1996.

# REALITAT VIRTUAL I GEOMETRIA

---

**CODI 1a part:** 50692

**Càrrega docent::** 4 crèdits

**CODI 2a part:** 50832

**Càrrega docent:** 3,5 crèdits

**Professor coordinador:** Joan Trias Pairó

La 1a part d'aquesta assignatura es cursarà a la Facultat d'Informàtica de Barcelona. La 2a part es cursarà a la Facultat de Matemàtiques i Estadística. Per matricular la 2a part es imprescindible matricular la 1a part.

## Objectius del curs

Presentar les eines geomètriques per a la comprensió dels llenguatges geomètrics de realitat virtual i per a la implementació de software de suport i desenvolupament en aquest camp.

## Programa

Part 1

1. Construcció geomètrica estàtica en VRML.
2. Animació i geometria dinàmica en VRML.
3. Sensors en VRML.
4. Programació en VRML.
5. Representació en VRML.

Part 2

1. Transformacions geomètriques per a realitat virtual.
2. Bases geomètriques de l'animació 3D.
3. Modelatge
4. Desplegament polièdric

## Avaluació

Continuada, basada en pràctiques de laboratori, lliurament d'exercicis i control. Es tindrà en compte l'assistència a classe.

## Coneixements previs necessaris

Geometria, Informàtica i Programació

## **Bibliografia**

### **Referències bàsiques:**

- Carey, R. ; Bell, C.: *The Annotated VRML 2.0 Reference Manual*. Ed.: Addison-Wesley, 1997.
- Hartman, J i Wernecke, J.: *The VRML Handbook*. Ed.: Addison-Wesley, 1996.
- Trias Pairó, J.: *Geometria per a la informàtica gràfica i CAD*. Edicions UPC, 1999.

### **Referències complementàries:**

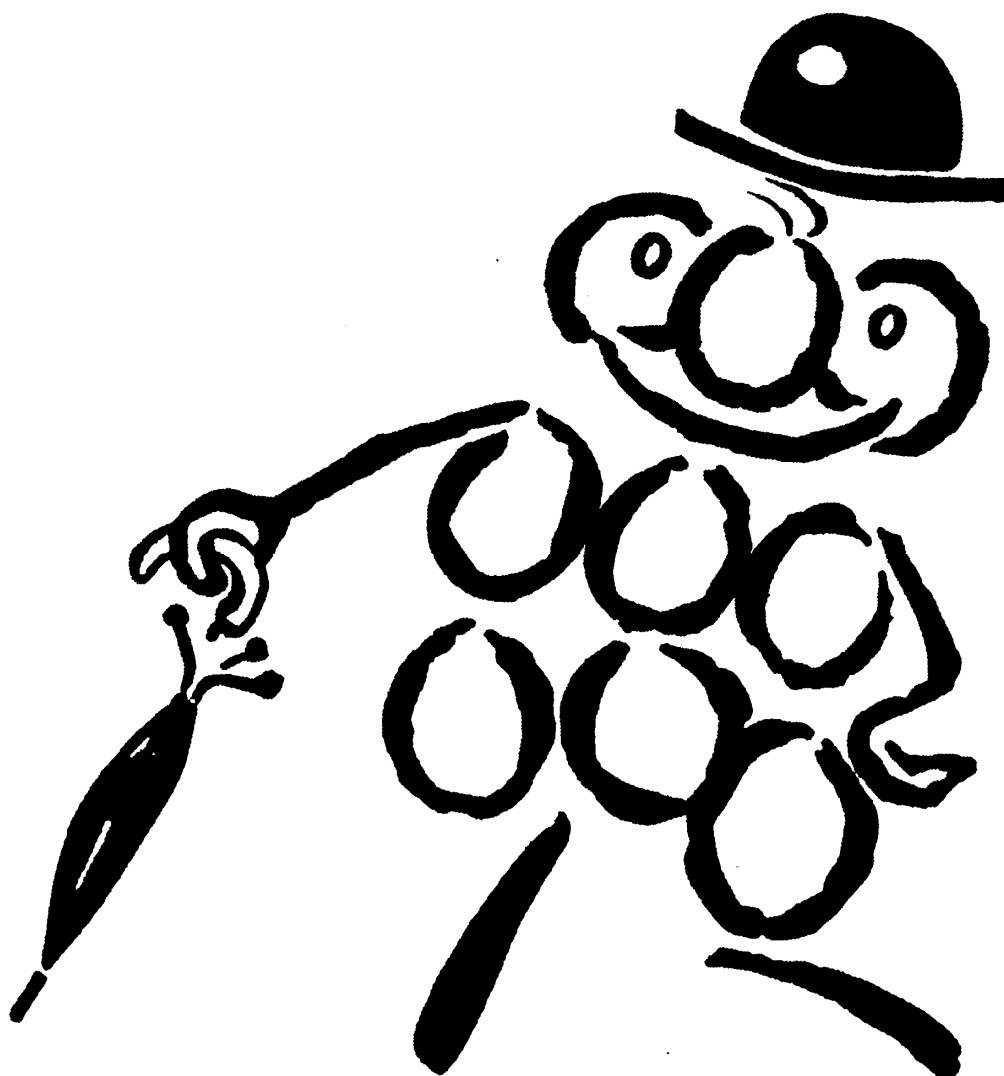
- Dai, Fan: *Virtual Reality for Industrial Applications*. Ed.: Springer, 1988.
- Vince, J.: *Essential Virtual Reality*. Ed.: Springer, 1988.





## 7. ELS PROGRAMES D'INTERCANVI ERASMUS-SÓCRATES I SÉNECA A LA FME

---





# PRESENTACIÓ

---

Des que es va crear, la FME ha promogut l'intercanvi d'estudiants entre universitats europees dins del programa ERASMUS-SOCRATES i a partir del curs 2000-01 entre universitats espanyoles dins del programa SÉNECA. Aquests intercanvis van dirigits tant a fer estades subvencionades per aconseguir crèdits acadèmics d'assignatures de les diverses titulacions, com per realitzar el Projecte de Fi de Carrera. A més a més, s'estan preparant acords de doble titulació amb alguna d'aquestes universitats.

La selecció d'estudiants que participen en aquest programa es fa cada curs tenint en compte l'expedient acadèmic. D'altra banda, la realització de l'estada està subordinada a l'aprovació de la FME d'un programa d'estudis a realitzar, a la convalidació d'aquest per crèdits a la FME i a l'acceptació prèvia de la universitat de destí.

Encara que és possible fer estades en qualsevol de les universitats amb les quals la UPC té subscrit un acord d'intercanvi, les que tenen un acord directe amb la FME són les següents:

## PROGRAMA ERASMUS-SÓCRATES

PAÍS	UNIVERSITAT
Alemanya	Universität Dortmund Universität Karlsruhe Technische Hochschule
Bèlgica	Katholieke Universiteit Leuven
Finlàndia	Tampereen Yliopisto
França	Université des Sciences et Technologies de Lille Université de Perpignan Université des Sciences et Technologie du Languedoc (Montpellier II) Université Paris XIII Université Pierre et Marie Curie (Paris VI)
Gran Bretanya	University of Sheffield
Grècia	Ikonomiko Panepistimio Athinon
Itàlia	Università degli Studi di Perugia Università degli studi di Roma "La Sapienza"
Portugal	Universidade de Lisboa
República Txeca	Universita Karlova V Praze
Suïssa	École Polytechnique Fédérale de Lausanne

## PROGRAMA SÉNECA

CIUTAT	UNIVERSITAT
Madrid	Universidad Complutense de Madrid Universidad Autónoma de Madrid Universidad Carlos III



